COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 17 DÉCEMBRE 1877.

PRÉSIDENCE DE M. PELIGOT.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le Ministre de l'Instruction publique, des Cultes et des Beaux-Arts adresse l'ampliation du décret par lequel le Président de la République approuve l'élection faite par l'Académie, de Sir *William Thomson*, à la place d'Associé étranger, laissée vacante par le décès de M. *de Baer*.

Il est donné lecture de ce décret.

M. Bertrand communique à l'Académie les remercîments de Sir William Thomson et l'expression de sa reconnaissance.

BOTANIQUE. — *De l'ordre d'apparition des premiers vaisseaux dans les bourgeons de quelques Légumineuses* (troisième partie); par M. A. Trécul.

« Galega. — Dans les bourgeons du *Galega officinalis*, j'ai vu les premiers vaisseaux commencer dans l'axe. Sous des feuilles hautes de $0^{mm},38$ à $0^{mm},45$, mesurées à partir de leur aisselle, le premier vaisseau, qui devait appartenir au faisceau médian dorsal du pétiole de la feuille adulte, commençait plus bas que l'aisselle de la jeune feuille, par conséquent dans la partie axile du bourgeon. Ce vaisseau, courbé en arc sur sa face externe,

pour suivre le sinus rentrant de la surface de la tige au-dessous de la feuille, n'avait que $0^{mm},15$ à $0^{mm},30$ de longueur. Les faisceaux substipulaires n'étaient pas encore apparents près de quelques-unes de ces feuiles, qui n'avaient que trois ou quatre mamelons foliolaires à leur base sur le côté visible; mais sous d'autres de ces jeunes feuilles un premier vaisseau du faisceau substipulaire commençait déjà de chaque côté; il formait un petit arc dont la concavité était tournée vers le vaisseau médian. Dans un seul cas, j'ai trouvé, de chaque côté de la base d'une feuille, l'arc vasculaire du faisceau substipulaire commençant avant que le premier vaisseau du médian existât.

» Pendant que ce vaisseau du faisceau médian s'allonge par en haut dans le rachis, et par en bas dans l'axe, l'extrémité inférieure du vaisseau substipulaire descend aussi dans l'axe et s'allie souvent au médian. Son extrémité supérieure se comporte diversement en atteignant la base du pétiole. Après avoir donné insertion à la nervure médiane de la stipule placée au-dessus et à un ou deux vaisseaux latéraux de celle-ci ([1]), ce vaisseau ou jeune faisceau substipulaire peut monter dans le côté correspondant du pétiole, et entrer dans la foliole inférieure ou dans la deuxième, la troisième ou la quatrième foliole, ou bien c'est seulement un rameau de lui qui se comporte ainsi. S'il aboutit à la troisième ou à la quatrième foliole, les folioles inférieures lui sont unies vasculairement un peu plus tard; mais il arrive aussi qu'avant qu'il monte dans le pétiole, ou pendant qu'il monte, ou un rameau de lui, il se fait dans le rachis, vis-à-vis de l'insertion de chacune des deux, trois ou quatre folioles inférieures, un petit vaisseau courbe libre par ses deux bouts. Le bout supérieur est dirigé vers la foliole correspondante, dans laquelle il s'avance plus tard; le bout inférieur est dirigé par en bas. Alors ces petits vaisseaux courbes, croissant par leur extrémité inférieure, s'ajoutent les uns aux autres et constituent ainsi cette partie du premier faisceau latéral rachidien, qui est ensuite reliée au fais-

---

([1]) D'autres nervures naissent à l'intérieur des stipules. Il n'est pas rare de trouver libres par les deux bouts les premiers vaisseaux de quelques-unes des nervures secondaires principales. Ces nervures sont à peu près parallèles à la médiane, qui naît d'abord, et elles s'insèrent sur le faisceau substipulaire ou sur une de ses branches. Elles sont assez nombreuses, à peu près parallèles entre elles et ramifiées par en haut une, deux ou trois fois; elles peuvent être trouvées reliées les unes aux autres, près du bord, par les extrémités de leurs rameaux terminaux. Les lobes de la base de chaque stipule reçoivent aussi quelques ramules vasculaires des branches des nervures inférieures.

ceau substipulaire sous-jacent, directement ou par l'intermédiaire d'un rameau, qui peut monter comme je l'ai dit.

» Quand les premiers vaisseaux des nervures médianes des folioles inférieures commencent ainsi par un vaisseau courbe, à distance du vaisseau dorsal primitif, ces nervures médianes restent d'ordinaire ultérieurement isolées du faisceau dorsal. Mais il arrive assez fréquemment aussi que le premier vaisseau des nervures médianes des folioles inférieures s'insère d'abord sur le médian dorsal du rachis, comme le fait toujours celui des folioles supérieures, qui pourtant quelquefois commence également à distance de ce médian dorsal, mais par un vaisseau droit.

» Quand les paires de folioles sont en petit nombre, il arrive assez fréquemment de trouver, *dans les jeunes feuilles,* que le premier vaisseau de la nervure médiane de la foliole inférieure d'un côté de la feuille s'insère seulement sur un latéral, qui est alors courbé en crochet pour entrer en elle, tandis que le premier vaisseau de la nervure médiane de la foliole inférieure de l'autre côté de la feuille s'insère sur le médian du rachis.

» L'insertion de la nervure médiane des folioles inférieures sur le médian rachidien a lieu quelquefois avant qu'aucun vaisseau ou faisceau latéral n'ait apparu dans le rachis. Dans ce cas on peut voir plus tard le premier faisceau latéral rachidien commencer par un court vaisseau près des folioles inférieures, comme je l'ai dit pour l'*Astragalus vimineus*. Ce premier vaisseau latéral d'une part descend s'insérer sur le faisceau substipulaire, d'autre part monte dans le rachis, souvent sans communiquer d'abord avec les folioles, avec lesquels il s'unit plus tard.

» Pendant l'allongement du vaisseau initial du premier faisceau latéral qui naît ainsi de chaque côté du rachis, il s'en développe un autre ordinairement plus rapproché de la face antérieure ; il se met aussi ultérieurement en rapport direct avec les nervures médianes des folioles.

» A ces cinq faisceaux principaux (le médian qui est le plus volumineux, et les deux latéraux de chaque côté) de plus petits s'interposent ensuite. Les uns se disposent à la face supérieure du rachis, les autres entre les latéraux et le médian dorsal, et relient entre eux ces premiers faisceaux. Tous ces faisceaux grossissent pendant que la feuille grandit, et de plus jeunes et plus grêles s'interposent de nouveau ([1]).

» Chaque foliole est alors insérée par une fourche vasculaire renversée. La

---

([1]) Tous les faisceaux longitudinaux du rachis ou pétiole commun sont orientés de façon que leurs vaisseaux sont tournés vers le centre de l'organe.

fourche des folioles de la première paire ou de quelques paires inférieures s'insère très-souvent seulement sur des faisceaux latéraux du rachis, sans être en rapport direct avec le faisceau dorsal médian, tandis que la fourche des folioles latérales plus haut placées s'insère à la fois sur un ou deux faisceaux latéraux principaux et sur le dorsal médian. En outre, à ces faisceaux d'insertion des folioles aboutissent des fascicules longitudinaux qui, comme je viens de le dire, s'interposent aux plus gros développés les premiers.

» Comme dans les feuilles de la plupart des plantes vasculaires, les faisceaux ou les vaisseaux longitudinaux de la nervure médiane ou du rachis diminuent de bas en haut. Ici, il ne subsiste, au-dessus des folioles de la paire supérieure, que le faisceau médian et un latéral de chaque côté. Ces trois faisceaux s'unissent au sommet de l'entrenœud terminal, pour entrer dans le pétiolule de la foliole impaire.

» La feuille du *Galega officinalis* présente un caractère que je n'ai pas observé dans celle de l'*Astragalus vimineus;* il consiste en ce que, près de l'insertion des folioles (la paire ou les quelques paires inférieures exceptées), les faisceaux longitudinaux de la face supérieure du rachis sont reliés entre eux par une anastomose vasculaire transverse, qui est accusée à l'extérieur par un bourrelet horizontal revêtu de poils courts, paraissant ordinairement composés de deux rangs de cellules disposées par étages. De tels poils composés, quelquefois renflés en massue, ayant jusqu'à cinq rangées d'utricules visibles dans le diamètre de leur partie la plus épaisse, se trouvent dans l'aisselle des feuilles.

» Dans ce *Galega*, où le nombre des folioles est très-variable, puisqu'il peut en exister de une à seize paires latérales, la répartition des plus grandes folioles dans la feuille présente beaucoup de variété. Si certaines feuilles parfaites ont leurs folioles inférieures plus grandes que les supérieures, il en est aussi dont les folioles supérieures sont plus grandes que les inférieures. Dans le premier cas, la dimension des folioles latérales diminue graduellement de bas en haut du rachis; dans le second cas, la dimension des folioles décroît de haut en bas du pétiole commun. Entre ces deux formes extrêmes il y a des intermédiaires, qui constituent même les cas les plus fréquents. Tantôt ce sont les folioles de la deuxième, ou de la troisième, ou de la quatrième paire, etc., à partir d'en bas, qui sont plus grandes que celles placées au-dessus ou au-dessous d'elles; tantôt, la foliole terminale étant la plus grande de toutes, les folioles de la paire immédiatement voisine, et quelquefois celles de la paire suivante, sont plus

petites que celles de la paire qui vient après en descendant, et, à partir de cette deuxième ou de cette troisième paire supérieure, les folioles décroissent de haut en bas du rachis. J'ai même trouvé une feuille dont, la foliole terminale étant la plus grande, les folioles d'une rangée diminuaient de grandeur de haut en bas du pétiole commun, tandis que celles de l'autre rangée diminuaient de bas en haut. Deux ou trois de ces formes se rencontrent souvent sur le même rameau ou dans le même bourgeon.

» En considérant cette diversité dans la dimension des folioles d'une même feuille, on se demande si l'ordre de naissance est lui-même bien constant, si ce n'est pas, au contraire, cet ordre de naissance qui change et détermine les dimensions variées des folioles, les premières produites restant toujours plus grandes que celles qui sont nées après elles.

» Les études que j'ai faites à cet égard, au printemps de cette année et pendant tout l'automne, m'ont constamment fait voir, comme en 1853, les premières folioles apparaissant près du bas du jeune rachis et les autres se succédant ensuite de bas en haut.

» Pour bien apprécier l'ordre de formation des folioles, il faut choisir des bourgeons dont les premières feuilles ont un assez grand nombre de folioles. Par l'examen de feuilles qui n'ont encore que un, deux, trois ou quatre mamelons foliolaires de chaque côté, on se convaincra que la foliole la plus âgée est toujours l'inférieure. On remarquera ensuite que, dans certaines feuilles, la foliole inférieure de chaque rangée conserve toujours la prééminence; qu'à tous les âges, elle est la plus développée des folioles latérales; mais on verra aussi que le plus souvent la foliole inférieure est bientôt dépassée par la deuxième, qui peut rester la plus grande, et que quelquefois celle-ci est dépassée par la troisième, etc. Cet accroissement des premières folioles commence déjà lorsque la multiplication des folioles supérieures continue encore. Les dernières latérales produites demeurent fréquemment plus petites que celles qui sont placées vers le milieu du rachis; cependant il arrive aussi que ces dernières formées, c'est-à-dire les supérieures, croissent plus vite que toutes les autres et conservent la prééminence à tous les âges. J'ai même observé dans quelques jeunes feuilles qu'elles peuvent naître avec une base plus large que celle des précédentes.

» Cette inégalité d'accroissement est parfois très-considérable, et elle ne peut être attribuée qu'à une cause interne inconnue, puisque c'est un phénomène constant, qui débute dans la jeunesse même des bourgeons. A ceux qui seraient tentés de croire *a priori* qu'il y a autant de modes de formation de la feuille que l'ordination des folioles présente d'aspects, je ferai

observer que, dans tous les bourgeons où il existe deux ou trois des formes de feuilles citées (les plus grandes folioles pouvant être : 1° en haut, 2° au milieu, 3° en bas), la production des folioles a toujours lieu de bas en haut dans les feuilles les plus jeunes de ces mêmes bourgeons.

» Après m'être assuré que l'ordre d'extension des folioles ne suit pas nécessairement l'ordre de leur apparition, j'ai constaté que dans le *Galega officinalis,* comme dans l'*Astragalus vimineus*, l'ordre de naissance des premiers vaisseaux dans les nervures latérales pinnées suit l'ordre d'extension des folioles. Il y a cependant, à cet égard, une différence entre ces deux plantes, c'est que, dans les folioles de l'*Astragalus* cité, ce sont les vaisseaux de nervures de la moitié supérieure qui naissent d'abord, tandis que, dans le *Galega officinalis* et aussi dans le *Galega orientalis*, ce sont des vaisseaux de nervures latérales de la moitié inférieure des folioles qui apparaissent les premiers, mais assez irrégulièrement ; car c'est tantôt dans une des nervures le plus bas placées que se montre le premier vaisseau, tantôt dans une nervure voisine du milieu de la hauteur de la foliole. Les vaisseaux des autres nervures n'apparaissent qu'ensuite ; et, je le répète, pendant le développement des jeunes folioles, l'avancement de la nervation est en rapport avec la dimension de celles-ci. Les plus grandes folioles (que ce soient les inférieures, les supérieures ou les moyennes) peuvent déjà présenter plusieurs nervures latérales munies de vaisseaux et même un réseau plus ou moins compliqué, quand les plus petites n'ont encore qu'une ou deux nervures latérales pourvues de vaisseaux ou même pas du tout.

» Je résume dans le tableau suivant l'état de la nervation dans quelques jeunes feuilles de formes diverses, c'est-à-dire dans lesquelles les plus grandes folioles sont en haut, au milieu ou en bas :

Position des folioles.	1re feuille. Longueur des folioles.	1re feuille. Nervures d'un côté.	2e feuille. Longueur des folioles.	2e feuille. Nervures d'un côté.	3e feuille. Longueur des folioles.	3e feuille. Nervures d'un côté.	4e feuille. Nervures d'un côté.	5e feuille. Nervures d'un côté.
	mm		mm					
Terminale.	3,05	Réseau.	1,60	4	0,90	2	0	1
7e lat.					0,67	0	0	
6e			1,45	3	0,85	0	0	
5e	1,65	8	1,65	4	0,95	1	0	0
4e	1,25	5	1,75	5	1,00	3	0	0
3e	1,25	5	1,90	6	1,00	4	1	0
2e	1,15	4	1,80	6	1,00	4	2	1
1re ou inf. .	1,00	1	1,32	3	0,90	1	3	0

» Les chiffres de la première colonne indiquent les folioles d'une rangée de la feuille examinée. Pour les trois premières feuilles données en exemple, on voit que les plus grandes folioles, *quelle que soit leur position*, contiennent le plus de nervures latérales pourvues de vaisseaux. Les folioles de la quatrième feuille n'ont pas été mesurées, mais seulement dessinées. Je cite ici cette feuille, parce qu'elle représente un cas que l'on trouve rarement à l'état convenable. Les folioles diminuaient de grandeur de bas en haut du rachis, et les trois inférieures seules avaient des vaisseaux dans leurs premières nervures latérales. Dans la cinquième feuille, les folioles de la deuxième paire étaient les plus grandes des latérales, et une seule nervure latérale, ainsi que dans la foliole terminale, contenait un premier vaisseau. »

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Note sur l'anneau de Saturne;* par M. F. Tisserand.

« Dans les *Mémoires de l'Académie des Sciences* pour 1787, Laplace a publié un travail important sur l'anneau de Saturne, et il est arrivé à la conclusion suivante :

« Quand même les observations ne nous auraient pas fait connaître la division de l'anneau de Saturne en plusieurs anneaux concentriques, la théorie de la pesanteur eût suffi pour nous en convaincre. »

» Reproduisons en quelques lignes le raisonnement très-simple de Laplace. Il suppose un anneau fluide, compris entre deux circonférences de rayons r et r', animé de la vitesse de rotation ω. Soient p l'attraction de l'anneau sur un point de la circonférence intérieure, p' sur un point de la circonférence extérieure, P et P' les résultantes, sur les mêmes points, de p, p' de l'attraction de Saturne, dont M désignera la masse, et de la force centrifuge. On aura

$$P = p - \frac{fM}{r^2} + \omega^2 r, \quad P' = p' - \frac{fM}{r'^2} + \omega^2 r'.$$

» Pour que les points situés à l'intérieur de l'anneau ne se précipitent pas sur la planète, pour que ceux de l'extérieur ne soient pas projetés en dehors, on doit avoir $P > 0$ et $P' < 0$, et de ces deux inégalités on tire, en éliminant ω,

$$(1) \qquad p - p'\frac{r}{r'} > \frac{fM}{r^2 r'^3}(r'^3 - r^3).$$

» En adoptant pour r et r' les valeurs qui répondent aux limites de l'an-

neau total, Laplace, sans calculer le premier membre de l'inégalité (1), montre, par certaines considérations générales, qu'il doit être plus petit que le second; l'équilibre est donc impossible dans ces conditions.

» Plana est revenu sur ce sujet dans le premier volume de la *Correspondance astronomique* du baron de Zach; en assimilant l'anneau à un cylindre homogène de très-petite hauteur, il a calculé le premier membre de l'inégalité (1), et, faisant une hypothèse sur l'épaisseur de l'anneau, il a montré que le premier membre, loin d'être notablement plus petit que le second, comme le supposait Laplace, lui était presque égal; Plana en déduit que la conclusion de Laplace sur la division de l'anneau paraît peu fondée. J'ai repris le travail de Plana, en tenant compte des notions acquises depuis sur la masse et l'épaisseur de l'anneau de Saturne, et je suis arrivé à prouver que l'équilibre est bien réellement impossible, comme le pensait Laplace. J'ai calculé en outre quelle est la plus grande largeur que puisse présenter un anneau simple, à diverses distances de la planète, pour qu'il se maintienne en équilibre : tel est l'objet du présent travail.

» Je commence par calculer l'attraction exercée par un cylindre circulaire droit homogène de rayon R et de hauteur $2h$, sur un point M extérieur au cylindre, situé dans le plan xOy, également distant des bases. Soient u la distance MA, A étant un point quelconque intérieur au cercle R, AMO $= \varphi$; ρ la densité du cylindre à la distance OM; l'attraction, évidemment dirigée suivant MO, aura pour expression

$$X = -f\rho \int\int\int \frac{u^2 \cos\varphi \, du \, d\varphi \, dz}{(u^2+z^2)^{\frac{3}{2}}}.$$

» Intégrant relativement à z entre les limites $-h$ et $+h$, on trouve

$$X = -2f\rho h \int\int \frac{\cos\varphi \, du \, d\varphi}{\sqrt{u^2+h^2}}.$$

On peut intégrer relativement à φ, et, en remarquant que, pour une valeur donnée de u, φ varie de $-\varphi_1$ à $+\varphi_1$, φ_1 étant déterminé par l'équation

$$\cos\varphi_1 = \frac{a^2+u^2-R^2}{2au},$$

on obtient

$$X = -\frac{2f\rho h}{a} \int_{a-R}^{a+R} \sqrt{4a^2u^2-(a^2+u^2-R^2)^2} \, \frac{du}{u\sqrt{u^2+h^2}}.$$

» Soient

$$a-R=\alpha, \quad a+R=\beta;$$

on aura

$$(2)\qquad X = -\frac{2f\rho h}{a}\int_\alpha^\beta \frac{du}{u\sqrt{u^2+h^2}}\sqrt{(u^2-\alpha^2)(\beta^2-u^2)}.$$

Cette valeur peut se ramener à une intégrale elliptique de troisième espèce; mais, comme h est petit, je développerai X suivant les puissances ascendantes de h; je trouverai ainsi aisément

$$X = -\frac{2f\rho h}{a}\left(\alpha^2+\beta^2+\frac{h^2}{3}-\ldots\right)\int_0^{\frac{\pi}{2}}\frac{d\psi}{\sqrt{\alpha^2\sin^2\psi+\beta^2\cos^2\psi}}$$
$$+\frac{4f\rho h}{a}\left[1+\frac{h^2}{12}\left(\frac{1}{\alpha^2}+\frac{1}{\beta^2}\right)-\ldots\right]\int_0^{\frac{\pi}{2}}\sqrt{\alpha^2\sin^2\psi+\beta^2\cos^2\psi}\,d\psi.$$

» Dans les applications que je ferai de cette formule, $\alpha = a - R$ sera assez petit, mais cependant supérieur à h; on aura toujours, comme on le verra, $\alpha > 5h$; l'erreur relative provenant de ce qu'on néglige les termes en h^2 sera inférieure à $\frac{h^2}{12\alpha^2} = \frac{1}{300}$. Dans ces conditions, je pourrai donc me borner à

$$X = -\frac{2f\rho h}{a}(\alpha^2+\beta^2)\int_0^{\frac{\pi}{2}}\frac{d\psi}{\sqrt{\alpha^2\sin^2\psi+\beta^2\cos^2\psi}}+\frac{4f\rho h}{a}\int_0^{\frac{\pi}{2}}\sqrt{\alpha^2\sin^2\psi+\beta^2\cos^2\psi}\,d\psi.$$

» Je remplace α par $a - R$, β par $a + R$, je pose

$$k^2 = \frac{4aR}{(a+R)^2},$$

je désigne la valeur de X par $X_{a,R}$, et je trouve

$$(3)\quad X_{a,R} = \frac{4f\rho h}{a}\left[(a+R)\int_0^{\frac{\pi}{2}}\sqrt{1-k^2\sin^3\psi}\,d\psi - \frac{a^2+R^2}{a+R}\int_0^{\frac{\pi}{2}}\frac{d\psi}{\sqrt{1-k^4\sin^2\psi}}\right].$$

» Le calcul se trouve donc ramené à celui des intégrales complètes F_1 et E_1, dont Legendre a donné des tables numériques. Le module k sera, dans nos applications, assez voisin de 1, pour que nous puissions employer les formules que Legendre a indiquées pour ce cas; elles deviennent ici

$$(4)\quad\left\{\begin{aligned}&\int_0^{\frac{\pi}{2}}\frac{d\psi}{\sqrt{1-k^2\sin^2\psi}} = \log 4\frac{a+R}{a-R}+\frac{1}{4}\left(\frac{a-R}{a+R}\right)^2\left(\log 4\frac{a+R}{a-R}-1\right)+\ldots,\\&\int_0^{\frac{\pi}{2}}\sqrt{1-k^2\sin^2\psi}\,d\psi = 1+\frac{1}{2}\left(\frac{a-R}{a+R}\right)^2\left(\log 4\frac{a+R}{a-R}-\frac{1}{2}\right)+\ldots.\end{aligned}\right.$$

» La formule (3) n'est pas applicable, comme nous l'avons indiqué, lorsque le point altéré se trouve sur la surface même du cylindre. Dans ce cas, il faut remonter à l'expression rigoureuse (2), et y faire $a = \mathrm{R}$, c'est-à-dire $\alpha = 0$, $\beta = 2\mathrm{R}$, $a = \mathrm{R}$.

On trouve alors

$$\mathrm{X}_{\mathrm{R},\mathrm{R}} = -\frac{2f\rho h}{\mathrm{R}}\int_0^{2\mathrm{R}} \frac{du}{\sqrt{u^2+h^2}}\sqrt{4\mathrm{R}^2-u^2},$$

et, en faisant $k^2 = \frac{4\mathrm{R}^2}{4\mathrm{R}^2+h^2}$, on peut écrire

$$\mathrm{X}_{\mathrm{R},\mathrm{R}} = 2f\rho h\frac{\sqrt{4\mathrm{R}^2+h^2}}{\mathrm{R}}\left(\int_0^{\frac{\pi}{2}}\sqrt{1-k^2\sin^2\psi}\,d\psi - \int_0^{\frac{\pi}{2}}\frac{d\psi}{\sqrt{1-k^2\sin^2\psi}}\right);$$

le module k étant très-voisin de 1, on pourra réduire cette valeur à

$$(5)\qquad \mathrm{X}_{\mathrm{R},\mathrm{R}} = 4f\rho h\left(1-\log\frac{8\mathrm{R}}{h}\right).$$

» On démontre enfin sans peine que l'expression analytique (2) de X, et par suite l'expression approchée (3), conviennent également au cas où le point attiré est intérieur au cylindre.

» Nous pouvons maintenant calculer l'attraction p de l'anneau sur un point de sa circonférence intérieure, et l'attraction p' sur un point de sa circonférence extérieure.

» Nous aurons évidemment

$$p = \mathrm{X}_{r,r'} - \mathrm{X}_{r,r}, \quad p' = \mathrm{X}_{r',r'} - \mathrm{X}_{r',r},$$

$$\mathrm{X}_{r,r} = 4f\rho h\left(1-\log\frac{8r}{h}\right), \quad \mathrm{X}_{r',r'} = 4f\rho h\left(1-\log\frac{8r'}{h}\right),$$

$$\mathrm{X}_{r,r'} = \frac{4f\rho h}{r}\left[(r+r')\int_0^{\frac{\pi}{2}}\sqrt{1-k^2\sin^2\psi}\,d\psi - \frac{r^2+r'^2}{r+r'}\int_0^{\frac{\pi}{2}}\frac{d\psi}{\sqrt{1-k^2\sin^2\psi}}\right]$$

où $k^2 = \frac{4rr'}{(r+r')^2}$; enfin,

$$\mathrm{X}_{r',r} = \frac{r}{r'}\mathrm{X}_{r,r'}.$$

» Pour réduire nos formules en nombres, nous adopterons, avec Bessel, pour la distance moyenne de Saturne à la Terre : $r = 13'',33$; $r' = 19'',66$; les demi-axes du sphéroïde de Saturne seront $8'',526$ et $7'',690$, et nous en déduirons, en représentant par ρ_1 la densité moyenne de la planète, et,

prenant r pour unité,

$$\frac{\mathrm{M}r'^3 - r^3}{r^2 r'^3} = 0,6804\rho_1,$$

$$\mathrm{X}_{r,r} = -f\rho h\left(4,3176 + 4\log\frac{1}{h}\right),$$

$$\mathrm{X}_{r',r'} = -f\rho h\left(5,8718 + 4\log\frac{1}{h}\right),$$

$$\mathrm{X}_{r,r'} = -f\rho h \times 5,3186,$$

$$\mathrm{X}_{r',r} = -f\rho h \times 3,6061,$$

$$p = f\rho h\left(4\log\frac{1}{h} - 1,0010\right),$$

$$-p' = f\rho h\left(4\log\frac{1}{h} + 2,2657\right),$$

$$p - p'\frac{r}{r'} = f\rho h\left(6,7121\log\frac{1}{h} + 0,5352\right). »$$

DYNAMIQUE. — *Note concernant le travail intermoléculaire;* par M. P. Boileau.

« Avant de continuer l'exposé des principaux résultats de mes études sur les courants fluides, je dois énoncer des théorèmes concernant l'évaluation du travail dépensé sur les systèmes matériels par les forces qui leur sont appliquées, pour vaincre les résistances intérieures et les réactions d'inertie qui s'opposent aux déplacements relatifs des molécules. Je nommerai ces déplacements *mouvements intestins,* et la somme des quantités de travail correspondantes, *travail intermoléculaire.*

» Les mouvements intestins peuvent être classés sommairement en trois catégories, savoir : 1° ceux dont il résulte une variation sensible des dimensions ou de la forme des corps; 2° ceux qui occasionnent des modifications de propriétés physiques; 3° les déplacements internes, tels que les tourbillons et certains mouvements moléculaires oscillatoires, qui peuvent avoir lieu sans que l'un ou l'autre des changements précités en soit une conséquence nécessaire. Les mouvements intérieurs de cette troisième catégorie persistent après que leur cause a cessé d'agir sur le groupe moléculaire dans lequel ils ont été excités : ainsi, des tourbillons peuvent être transportés par un courant, loin de la région des actions excitatrices, sans que leur mouvement gyratoire soit détruit par les résistances tangentielles qui l'affaiblissent lentement : si la quantité de mouvement totale des

ébranlements moléculaires, qu'un choc ou un frottement fait naître immédiatement dans quelque partie d'un corps, paraît diminuer beaucoup plus rapidement quand ces actions cessent de s'exercer, c'est parce qu'elle se dissémine dans la masse du corps et même dans le milieu ambiant. Ici nous voyons une seconde propriété des mouvements intestins de la troisième catégorie, savoir la *propagation;* cette propriété et la *persistance* ont également lieu pour certains mouvements moléculaires inhérents à la chaleur, qui se manifestent encore par divers phénomènes indiquant une activité intérieure, après que la cause d'une variation de température a été écartée; quant aux tourbillons, ils se propagent dans les liquides en donnant naissance à des couples successifs de rotations inverses. Les mouvements intestins des deux premières catégories ne persistent pas après que l'action excitatrice a cessé d'intervenir.

» Pour l'évaluation du travail intermoléculaire, je considérerai d'abord le cas d'un corps ayant, dans l'espace, un mouvement de translation (¹); celui d'un système de plusieurs corps sera examiné ensuite. Concevons que les forces appliquées, ainsi que les déplacements, aient été décomposés parallèlement à trois axes orthogonaux fixes, OX, OY et OZ; soient, parallèlement au premier et dans un instant quelconque, dg_x le déplacement du centre de gravité du corps; de_x celui du point d'application sur ce corps, de la composante φ_x de l'une des forces appliquées; $d\tau_x$ la partie du travail intermoléculaire qui peut être attribuée à cette composante. La quantité dg_x, égale à la projection sur l'axe OX du chemin décrit dans l'espace par le centre de gravité, étant indépendante des actions mutuelles des molécules, aurait la même valeur dans l'hypothèse de l'invariabilité des positions relatives de celles-ci, l'intensité et la direction des forces appliquées étant d'ailleurs supposées les mêmes : dans ce cas, $d\tau_x$ serait nul, et de_x serait égal à dg_x; or, si l'on passe de cette hypothèse à l'état réel des choses, on voit que le travail $\varphi_x dg_x$ subsiste sans modification, mais n'est plus qu'une partie du travail $\varphi_x de_x$ de la force φ_x; l'autre partie est nécessairement le travail intermoléculaire, de sorte que $d\tau_x = \varphi_x(de_x - dg_x)$. Une égalité analogue a d'ailleurs lieu parallèlement à chacun des axes OY et OZ. Cela posé, si nous représentons par $d\lambda_x$, $d\lambda_y$ et $d\lambda_z$ les déplacements relatifs tels que $de_x - dg_x$, et par τ_1, τ_2, τ_3 les quantités totales des travaux intermoléculaires des trois catégories, qui sont, ou, en général,

---

(¹) Dans le cas d'un mouvement composé de translation et de rotation, ce que nous dirons serait applicable au premier des deux composants.

peuvent être effectués pendant une période déterminée de l'action des forces appliquées, nous avons l'équation

$$(1) \qquad \tau_1 + \tau_2 + \tau_3 = \Sigma \int \varphi_x d\lambda_x + \Sigma \int \varphi_y d\lambda_y + \Sigma \int \varphi_z d\lambda_z \text{ (}^1\text{)},$$

chaque somme étant calculée entre des limites qui correspondent, l'une au commencement, et l'autre à la fin de la période considérée. Le second membre de cette équation pourra d'ailleurs être développé, dans chaque cas particulier, au moyen des relations qui en expriment les conditions, et des notions acquises qui sont applicables à ce cas. Je présenterai maintenant quelques observations :

» 1° La pesanteur étant appliquée au centre de gravité du corps, le terme correspondant de l'équation (1) sera nul ; effectivement, cette force tendant à imprimer, dans chaque instant, à toutes les molécules, des déplacements égaux et parallèles entre eux, ne peut, directement ou par elle-même, produire aucun travail intermoléculaire : quand le poids du corps est la cause indirecte d'un semblable travail, c'est en faisant naître des résistances telles que le frottement, ou des réactions telles que celle des appuis, forces auxquelles ce travail doit être attribué en considérant le déplacement relatif du centre de gravité par rapport à leurs points d'application.

» 2° Par suite de l'étroite connexion qui existe entre la variation de la quantité de chaleur d'un corps et le travail intermoléculaire, ce dernier, à moins de compensations entre des effets inverses, ne peut être produit sans qu'une variation thermique ait lieu. A cet égard, nous distinguerons deux

---

(1) Pour le mouvement de rotation, les forces contribuant à le produire seraient décomposées tangentiellement et normalement aux arcs décrits par leurs points d'application : les chocs étant généralement évités, le travail intermoléculaire consiste, pour les composantes tangentielles, en une torsion du corps, et pour les composantes normales, en une déformation qui fait varier les longueurs des bras de levier des premières. En ce qui concerne la torsion, qui est ordinairement assez limitée pour n'être pas accompagnée d'altérations notables des propriétés du corps, les théories connues fourniraient les éléments du calcul, mais pour chaque instant quand les bras de levier varient réellement, ou quand les forces appliquées ne sont pas constantes : ces théories supposent d'ailleurs un angle de torsion uniforme, ce qui n'a lieu, même pour les corps les plus homogènes, que quand l'action tangentielle extérieure est uniformément répartie sur leur surface, comme le frottement d'une vis dans son écrou ; il faudrait donc considérer un angle moyen de torsion, que des séries d'expériences spéciales feraient connaître. Cet aperçu suffit pour montrer les difficultés d'une solution générale, solution qui serait d'ailleurs étrangère au but que nous avons ici en vue.

cas : en l'absence d'une autre cause, l'influence de cette variation se réduit à modifier les déplacements relatifs, et elle se trouvera implicitement introduite, car les valeurs des quantités, telles que $\int \varphi_x d\lambda_x$, seront obtenues par la quadrature de courbes tracées au moyen de résultats d'observation. Dans les cas où le corps subit une action thermique extérieure, cette action équivaut à une force introduite dans le système dynamique appliqué, et l'on ajoutera au second membre de l'équation (1) un terme exprimant, suivant les principes de la Thermodynamique, la quantité de travail correspondant à la partie de la variation de la quantité de chaleur du corps, qui est due à la cause extérieure précitée.

» 3° Nous avons, pour plus de généralité, supposé que le corps est en mouvement dans l'espace ; mais le théorème exprimé par l'équation (1) est évidemment applicable au cas où un corps en repos reçoit des actions et des réactions dont la résultante se trouve nulle, et dont les intensités, ou l'une d'entre elles, sont suffisantes pour produire dans ce corps des déplacements relatifs des molécules ou de leurs groupes constitutifs.

» 4° Lorsqu'un corps a été déformé par des forces extérieures, puis devient libre, il se produit une seconde période de déformation en sens inverse pendant laquelle le travail intermoléculaire est dû à des actions internes; or le théorème précipité est rationnellement applicable à cette seconde période, aussi bien qu'à la première; mais, dans l'état des connaissances acquises et des moyens d'observation, on ne pourrait réaliser cette application. Lorsque le corps revient à sa forme primitive, il semble qu'on puisse égaler le travail intermoléculaire à celui de la première période ; or, si cette équivalence est admissible pour les gaz, nous ferons remarquer que, dans les solides et les liquides, il doit exister, par suite de la structure interne des uns et de la viscosité des autres, des actions mutuelles qui interviennent comme résistances dans les deux périodes successives, et que les forces d'élasticité qui s'y ajoutent pendant la première sont excitatrices (¹) dans la seconde.

» 5° Il existe des cas où les mouvements intestins, qu'une force appliquée fait naître, appartiennent à une seule catégorie, et l'on pourra d'ailleurs réaliser cette condition dans des expériences; l'équation (1) sera alors l'une des bases d'utiles recherches scientifiques. »

(¹) Nous nommons *forces excitatrices* toutes les actions qui sont les causes, non pas indirectes, mais immédiates, de mouvements intestins et, par conséquent, d'un travail intermoléculaire.

HYDRAULIQUE. — *Sur un perfectionnement essentiel de l'écluse de navigation à oscillation mixte.* Note de M. A. DE CALIGNY.

« L'écluse *à oscillation unique*, sous la forme qui est l'objet de ma dernière Note, a une propriété essentielle, au moyen de laquelle on peut tourner des difficultés dans l'application de ce genre d'appareils. Il n'est pas nécessaire que le bassin d'épargne, *d'une section moindre que celle de l'écluse*, soit rempli jusqu'au niveau du bief d'amont, pour qu'il se vide jusqu'au niveau du bief d'aval par une oscillation de remplissage. Il n'est pas nécessaire non plus que l'écluse soit pleine jusqu'au niveau du bief d'amont, pour que l'eau monte dans ce bassin d'épargne au moins à la hauteur qu'elle avait dans le sas avant la grande oscillation de vidange. Or, comme il faut, dans tous les cas, un tube vertical mobile pour établir, comme je l'ai expliqué, une communication alternative, *sans coup de bélier,* entre l'écluse et le bassin d'épargne, il est intéressant de voir comment on pourra s'en servir, sans que cela ajoute aucune complication à l'appareil, pour relever une partie de l'éclusée au bief supérieur. J'ai déjà indiqué cette manœuvre pour beaucoup de circonstances; mais il restait une difficulté à vaincre, parce qu'il était utile de pouvoir se débarrasser, après le jeu de l'appareil pendant le remplissage, de la quantité d'eau qui restait dans le bassin d'épargne quand celui-ci avait, comme à l'Aubois, une section plus grande que celle de l'écluse. Non-seulement l'ouverture alternative d'une vanne ou soupape ajoutait alors une complication quelconque, mais il est toujours utile d'éviter, dans les bassins d'épargne, les vannes ou soupapes qui peuvent faire perdre par leurs défauts une partie de l'eau épargnée. Or je vais indiquer un moyen de s'en débarrasser d'une manière plus rationnelle et plus régulière que je ne l'avais encore fait.

» Si l'on n'était pas conduit à employer pour l'écluse *à oscillation unique* un tuyau de conduite de trop grandes dimensions, ce système serait évidemment plus simple que le système mixte, objet de cette Note. Mais, s'il est utile d'essayer l'écluse *à oscillation unique*, pour les sas de petites dimensions, cela paraît impraticable pour les grandes écluses. C'est pour cette raison que j'ai proposé depuis longtemps deux bassins d'épargne étagés, chacun d'eux étant alternativement en communication avec le sas au moyen de deux tubes mobiles, chacun de ces tubes étant dans un bassin d'épargne, parce que le tuyau de conduite aurait une bifurcation. Mais le prix de ces deux bassins d'épargne paraissant devoir être assez élevé, j'ai plus spécialement étudié le système mixte dont il s'agit.

» L'écluse étant remplie une première fois par les moyens ordinaires, on fera d'abord fonctionner le tube mobile de la même manière que le *tube d'aval* de l'écluse de l'Aubois; à partir de l'instant où l'appareil ne relèvera plus beaucoup d'eau au bief supérieur, on laissera le tube levé de manière à obtenir une grande oscillation de vidange. Les choses seront disposées de manière que cette oscillation s'élèvera dans le bassin d'épargne à une hauteur égale à celle d'où elle était partie dans l'écluse. Quand on aura ensuite achevé de vider le sas, au moyen des vannes des portes d'aval, une oscillation de remplissage videra le bassin d'épargne jusqu'au niveau du bief d'aval, *sans qu'on ait à ouvrir aucune soupape.*

» L'épargne résultera donc: 1° de l'eau relevée au bief supérieur; 2° de toute l'eau qui était dans le bassin d'épargne, et dont une partie provenait de l'eau motrice de l'appareil élévatoire. Il est bien essentiel de remarquer que les grandes oscillations dont il s'agit, ayant beaucoup d'importance, si les choses sont bien disposées, il sera rationnel d'arrêter la machine élévatoire bien plus tôt qu'on ne l'aurait fait pour un appareil qui fonctionnerait sans bassin d'épargne. La manœuvre du tube mobile se réduira donc à un trop petit nombre de périodes pour être embarrassante; on peut, d'ailleurs, réduire à très-peu de chose l'effort nécessaire pour soulever le tube mobile, en donnant à celui-ci le même diamètre que celui de l'arête inférieure de son anneau, qui reposera alternativement sur le siége fixe.

» Il est essentiel de remarquer aussi qu'il ne sera pas nécessaire que le bassin d'épargne s'élève, à beaucoup près, jusqu'au niveau du bief d'amont, de sorte qu'il coûtera bien moins cher que pour le système à *oscillation unique.*

» Pour bien se rendre compte de l'avantage du système *mixte*, objet de cette Note, il faut ne pas oublier que, si les amplitudes des grandes oscillations sont trop considérables, cela augmente beaucoup les pertes de travail. Il est donc utile de *diviser* l'opération au moins en deux parties, afin de retrouver, pour les grandes écluses, des conditions qui ne s'éloignent pas trop de celles des écluses dites *de petite navigation.*

» Abstraction faite même du prix de construction, il y a des diamètres qu'on ne peut guère dépasser pour le grand tuyau de conduite, d'autant plus qu'il est très-important que ses extrémités puissent être *graduellement évasées.* On arrive même, par le calcul, à un singulier résultat pour le cas où le bassin d'épargne, au lieu d'avoir une section moindre que celle de l'écluse, aurait une section plus grande, et où le grand tuyau de conduite ne serait pas évasé à ses extrémités.

» Dans ce cas, en effet, il est facile de voir, au moyen de la formule rappelée dans ma Note du 19 novembre dernier, en y tenant compte des pertes de force vive aux extrémités, supposées sans évasement, qu'il ne suffit pas à beaucoup près, pour vider le sas par une seule oscillation et le remplir aussi par une seule oscillation, de donner à une écluse de grandeur ordinaire le même rapport entre sa section et celle du bassin d'épargne que le rapport qui suffit entre la section du bassin d'épargne et celle de l'écluse, quand cette dernière a une section plus grande que celle du bassin d'épargne pour que ce bassin soit rempli par une seule oscillation et vidé aussi par une seule oscillation.

» Je trouve, par le calcul, que dans l'hypothèse précitée, si l'on élargissait le bassin d'épargne, pour une écluse de grandes dimensions, au lieu de le rétrécir, ainsi que je l'ai dit dans ma Note du 10 décembre, on serait obligé, pour le système à *oscillation unique,* tel qu'un ingénieur a proposé de le modifier, de donner, à cause de la perte de force vive aux extrémités, une telle largeur au bassin d'épargne qui devrait dans ce système être alternativement rempli jusqu'au niveau du bief d'amont, que l'épargne serait nulle, si même elle n'était pas négative à cause des pertes d'eau par les défauts des vannes ou soupapes qui seraient alors nécessaires, tandis que je tiens à les supprimer. »

M. **Decaisne** fait hommage à l'Académie de la dernière livraison du *Jardin fruitier du Muséum*. L'ouvrage se compose de neuf volumes in-4°, accompagnés d'environ 500 planches.

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant, pour la Section de Minéralogie, en remplacement de feu *d'Omalius d'Halloy*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 53,

M. Cailletet obtient.	33 suffrages
M. James Hales.	19 »

Il y a un bulletin blanc.

M. **Cailletet**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

MINÉRALOGIE. — *Reproduction des sulfure, séléniure et tellurure d'argent cristallisés et de l'argent filiforme.* Note de M. J. MARGOTTET.

« L'argent, l'or et quelquefois le cuivre se rencontrent dans la nature en filaments contournés ou en fils très-déliés, dont l'aspect rappelle celui d'un métal passé à la filière. Ces trois métaux peuvent être obtenus artificiellement par voie sèche avec l'aspect filiforme qu'ils présentent à l'état natif, en réduisant par l'hydrogène leurs combinaisons avec le soufre, le sélénium et le tellure.

» J'étudierai dans cette Note la formation de l'argent filiforme au moyen du sulfure, du séléniure et du tellurure d'argent, en faisant connaître d'abord le procédé qui m'a permis d'obtenir ces trois corps à l'état cristallisé.

» 1° *Sulfure d'argent.* — On obtient le sulfure d'argent cristallisé en faisant passer de la vapeur de soufre entraînée lentement par un courant d'azote sur de l'argent porté à la température du rouge sombre. Dès que le soufre arrive au contact de l'argent, celui-ci se couvre de cristaux de sulfure d'argent qui croissent en grandeur et en nombre jusqu'au moment où l'argent est complétement sulfuré.

» On réalise ainsi la transformation de l'argent en sulfure cristallisé sans qu'on puisse apercevoir aucune trace de fusion de ce composé. Il importe que le courant de soufre soit très-lent, afin d'éviter la fusion du sulfure par suite du dégagement de chaleur qui se produit au moment de la combinaison.

» Le produit ainsi obtenu est composé de petits cristaux groupés de façon à présenter l'aspect de feuilles de fougère. En prolongeant l'action de la chaleur, le nombre de ces cristaux diminue et l'on finit par ne plus avoir qu'un très-petit nombre de cristaux qui atteignent de grandes dimensions et dont l'aspect rappelle les belles cristallisations de bismuth.

» La composition et les propriétés physiques du produit artificiel sont celles du sulfure naturel : AgS. D'après la mesure des angles, sa forme serait celle du dodécaèdre rhomboïdal.

» 2° *Séléniure et tellurure d'argent.* — Ces deux composés s'obtiennent comme le précédent, en faisant arriver au contact de l'argent chauffé au rouge des vapeurs de sélénium ou de tellure, entraînées par un courant

d'azote. L'argent se couvre de longues aiguilles pouvant atteindre jusqu'à 2 centimètres de longueur; par l'action prolongée de la chaleur, ces aiguilles se transforment en cristaux déterminables.

» Le séléniure d'argent artificiel AgSe est gris d'acier, très-brillant; il cristallise dans le système régulier sous la forme du dodécaèdre rhomboïdal.

» Le tellurure d'argent est noir; on l'obtient en chapelets d'octaèdres réguliers, réunis par leurs sommets.

» *Argent filiforme.* — Le sulfure d'argent cristallisé est intégralement transformé en argent métallique et filiforme par un courant d'hydrogène sec. Cette réduction s'effectue déjà à 440 degrés, température très-inférieure à celle de la fusion du sulfure, et alors elle est assez lente pour qu'on en puisse suivre toutes les phases.

» L'argent métallique se présente au début de l'opération, sous forme de petites aigrettes implantées à la surface des cristaux de sulfure; la réduction continuant, ces aigrettes deviennent des fils qui s'allongent et grossissent, par un mécanisme encore inexpliqué, aux dépens de l'argent sans cesse mis en liberté par l'hydrogène; au bout de quelque temps, ils présentent l'aspect de rubans contournés en spirale, entremêlés de petits fils ressemblant à des cheveux d'une extrême finesse, le tout supporté par des cristaux de sulfure ayant conservé leur forme primitive ([1]). L'argent ainsi mis en liberté a tout à fait l'aspect d'un métal étiré à la filière, et ne présente aucune trace de cristallisation.

» Les échantillons obtenus par cette méthode offrent la plus grande ressemblance avec les associations de sulfure d'argent cristallisé et d'argent filiforme que l'on rencontre si fréquemment dans la nature.

» La réduction du sulfure d'argent artificiel cristallisé produit toujours de l'argent filiforme, pourvu que la température à laquelle elle s'effectue soit comprise entre 440 degrés et le point de fusion du sulfure.

» Le séléniure et le tellurure d'argent cristallisés, chauffés dans un courant d'hydrogène, se transforment comme le sulfure en argent filiforme, mais la réduction de ces composés ne commence qu'aux températures les plus élevées que le verre puisse supporter.

» Dans une prochaine Communication, je ferai connaître les circonstances dans lesquelles l'or et le cuivre s'obtiennent à l'état filiforme. »

([1]) Ce phénomène rappelle assez bien la formation des serpents de Pharaon, par la combustion du sulfocyanure de mercure.

HYGIÈNE PUBLIQUE. — *Emploi des laques d'éosine et de fluorescéine, pour la préparation de peintures décoratives sans poison.* Mémoire de M. É. TURPIN, présenté par M. Wurtz. (Extrait par l'auteur.)

(Renvoi à la Commission des Arts insalubres.)

« Une solution d'éosine potassique ou sodique du commerce, traitée par un acide, donne un précipité d'acide éosique, insoluble dans l'eau. Ce précipité, lavé jusqu'à ce que l'eau commence à se colorer en rose, est insoluble dans l'hydrate d'oxyde de zinc et forme ainsi une laque très-riche (éosinate de zinc), qui peut varier depuis le rose jusqu'au rouge foncé (teinte vermillon), suivant la quantité d'acide éosique employée.

» L'acide éosique, dissous dans une solution de carbonate de soude et précipité par l'alun de potasse, donne également une laque très-riche. Ces laques résistent à une température relativement élevée et aux émanations sulfureuses. Elles peuvent être employées à la coloration, dans la masse, des caoutchoucs vulcanisés, car elles résistent parfaitement au degré de température requis pour la vulcanisation et au dégagement d'hydrogène sulfuré qui a lieu pendant cette action. Les teintes obtenues par ces laques sont, dans ce cas, incomparablement plus belles que les teintes obtenues par le sulfure de mercure (vermillon) et le sulfure d'antimoine, seuls employés jusqu'à ce jour. Appliquées à la peinture, elles peuvent facilement remplacer les vermillons, et ont sur ceux-ci l'avantage d'être absolument inoffensives.

» La fluorescéine pure forme également avec l'hydrate d'oxyde de zinc une laque jaune. Employées conjointement, l'éosine et la fluorescéine donnent des laques capables de remplacer les rouges et oranges de plomb (minium, mine orange, etc.), suivant la prépondérance de l'un ou de l'autre produit.

» Le chromate de zinc, étant traité par une solution potassique d'éosine, si l'on met l'acide éosique en liberté par une addition d'alun, on obtient, par l'évaporation à siccité du produit, des laques remarquables par la fraîcheur des teintes, qui peuvent varier depuis le jaune pâle jusqu'au rouge le plus vif. Ces laques peuvent remplacer avantageusement, à tous les points de vue, les chromates de plomb si nombreux, si différents dans leurs teintes et si vénéneux. Ces produits, bien qu'attaquables à l'eau, peuvent être employés avantageusement en peinture, car ils sont absolument indécomposables par les huiles et les essences, couvrent parfaitement et sont d'un bas prix de revient.

» L'innocuité de ces produits, la richesse de leur coloris m'ont engagé à les appliquer à la décoration des jouets en général, en remplacement des couleurs à base de plomb qui sont appliquées jusqu'ici, le plus souvent à l'eau, qui n'avaient pu être remplacées et qui sont si dangereuses pour les enfants.

» A l'aide de ces produits nouveaux et de divers autres, j'ai pu reproduire approximativement, avec des couleurs sans poison, la table chromatique de M. Chevreul, et j'ai composé une série de tubes représentant les 72 couleurs génératrices non dégradées. »

VITICULTURE. — *Pays vignobles atteints par le Phylloxera* (1877). Note de M. **Duclaux.**

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

« L'insecte, favorisé dans le Beaujolais par un hiver assez doux pour qu'on ait pu trouver au 20 janvier 1877 des femelles en train de pondre, a pris une large extension vers le nord. Non-seulement la région comprise entre Villefranche et Lyon a été atteinte, mais la tache qui existait l'année dernière à Villié-Morgon s'est étendue sur toute la contrée environnante. De nombreux coteaux du Beaujolais, Villié, Regnie, Fleurie, Saint-Lager, Emeringe, Chiroubles, montrent le Phylloxera en divers points. La tache de Mancey s'est agrandie et a gagné Dulphey et Royer.

» La rive droite du Rhône est donc atteinte jusqu'aux environs de Mâcon. Quant à la rive gauche, on a trouvé l'insecte à Meillones, Cursial, Jasseron et Drom, dans le département de l'Ain, indemne jusqu'ici.

» L'envahissement de l'Isère continue. Le mal y est grand le long du Rhône, et diminue d'intensité à mesure qu'on s'éloigne du fleuve. La vallée de la Bointre est attaquée à Bourgoin, Cessieu et Crémieu. Dans celle de l'Isère, le mal progresse assez lentement dans les points où il s'était déjà déclaré, et il s'est implanté cette année à Tullins et à la Buisse, entre Voiron et Voreppe. Il est là à l'entrée du Grésivaudan.

» Dans les hautes Alpes, la vallée du Buech est complétement envahie, rive droite et rive gauche, depuis Aspres jusqu'à Ribiers. Le massif du Ventoux, qui avait formé jusqu'ici une barrière puissante entre l'envahissement de l'insecte, est maintenant tourné, et il est désormais inutile de le laisser en blanc sur les cartes d'invasion. De la vallée du Buech, le Phylloxera a atteint Gap par les communes de Veynes, Montmaur et Laroche. La vallée de la Durance n'est pas mieux traitée et est prise depuis Tallard. Dans celle

de la Bléone le mal remonte jusqu'au-dessus de Digne. Dans toute cette région, la maladie a atteint presque l'extrême limite de la vigne, et n'a plus devant elle que le massif des Alpes.

» Sur les trois arrondissements du Var, deux, Toulon et Brignolles, sont complétement envahis et aux trois quarts détruits. Dans celui de Draguignan, il n'y a d'indemnes que les communes de Bagnols-les-Adrets, de Montauroux, Saint-Paul, Tanneron, Callian, Claviers, Callal, Bergemont, Château-Double et Seillans. Le Muy, le Pujet de Fréjus, Fréjus et Saint-Raphaël, sur la rive gauche de l'Argens, non envahies l'an dernier, sont atteintes cette année sur divers points.

» Dans les Alpes-Maritimes, le mal a gagné en intensité et en étendue dans les communes de Cagnes et Cannes, où il avait apparu l'an dernier. Il a eu une marche plus lente aux environs de Nice, et l'on n'a pas constaté de point d'attaque nouveau.

» Si nous suivons maintenant le contour ouest de la tache, nous voyons que la maladie est venue se heurter contre la chaîne des Cévennes qui, sur toute la longueur du département de l'Ardèche, sert de rempart aux rares vignobles de la Haute-Loire. Mais ce rempart a cessé d'être suffisant cette année pour protéger l'Aveyron contre le large foyer d'invasion du Gard, et le vent d'ouest, si violent dans la vallée de la Dourbie, y a apporté l'insecte. Une série de points d'attaque existent tout le long de cette vallée, depuis l'extrême limite des vignes jusqu'à Nant. Une autre tache a paru à Saint-Sulpice, dans la vallée du Trévezet, sur la limite même du Gard. Notons, en passant, que ce département est aussi envahi par l'ouest, et que c'est sur lui que se fera la fusion des deux grandes colonnes d'invasion du sud de la France.

» La Lozère offre aussi, comme l'Aveyron, deux petites taches dans la partie supérieure du cours du Tarn, en face du Gard et au pied du massif montagneux qui sépare les deux départements.

» Enfin, en ce qui concerne l'Hérault, on doit considérer comme perdus, ou peu s'en faut, tous les vignobles situés dans la moitié est du département, suivant une ligne qui suivrait la rive gauche de la Leigne et celle de l'Hérault. Il faut en excepter la région voisine de Florensac et d'Agde, où il y a encore des vignes en bon état. Sur la rive droite de l'Hérault, il y a beaucoup de mal de Panlhan à Clermont, et de Panlhan à Roujan et Gabian. Plus à l'est, dans les arrondissements de Beziers et Saint-Pons, on trouve de nombreux points d'attaque nouveaux, dont le plus important est à Capestang. L'Aude commence à être envahie, et le riche vignoble de Nar-

bonne fortement menacé. Je note, d'après M. G. Bazille, et pour cette région, ce fait curieux, que les vignobles du bord de la mer, sur quelques kilomètres de largeur, se conservent beaucoup plus longtemps que les autres : est-ce l'influence de l'humidité du sous-sol, de la richesse du sol, de la lenteur de l'invasion, qui, grâce à la mer, ne peut se faire que d'un côté? Les trois causes interviennent peut-être, et surtout les deux premières. Quoi qu'il en soit, le fait est intéressant à signaler. »

VITICULTURE. — *Les ennemis naturels du Phylloxera en Allemagne.* Note de M. A. **Blankenhorn.**

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

« M. Laliman et M. Balbiani ont adressé récemment à l'Académie des Communications concernant un ennemi naturel du Phylloxera. M'occupant déjà depuis quelques années de cette question, j'ai l'honneur d'adresser moi-même à l'Académie quelques publications qui pourront peut-être faire avancer la question la plus importante, selon moi, parmi celles qui concernent le Phylloxera, celle des ennemis naturels.

» Les observations de M. Laliman sont d'un grand intérêt, d'autant plus qu'elles concordent avec celles de M. Riley [1]. Dans le magnifique travail que Riley a publié sur le Phylloxera, il cite et figure huit ennemis naturels de cet insecte, dont six du Phylloxera des galles : 1° le *Thrips Phylloxeræ;* 2° la *Chrysopa plorabunda;* 3° différentes espèces de *Coccinella;* 4° la larve de la mouche du *Syrphus* (que M. Laliman a observée); 5° une mouche *Leucopis;* 6° l'*Anthocoris insidius;* et enfin deux ennemis du Phylloxera des racines : le *Tyroglyphus Phylloxeræ* et l'*Hoplophora arctata.* Riley publie, dans son septième Rapport (p. 104), quelques observations sur les ennemis naturels du Phylloxera; il a observé que la larve du *Chrysopa tabira* (Fitch) est un ennemi naturel du Phylloxera des galles; il fait en même temps mention d'une observation de Roesler, qui a trouvé que le myriapode *Pollyxenus lagurus* attaque le Phylloxera des racines.

» J'ai étudié cette question, autant qu'il m'a été possible dans un pays où l'on ne trouve le Phylloxera que rarement; j'ai observé que le *Tyroglyphus Phylloxeræ* est un des ennemis les plus redoutables du Phylloxera; j'avais des tubes de verre clos, pleins de racines infestées de Phylloxeras,

---

[1] *Sixth annual report of the State entomologist of Missouri* de l'an 1874.

et j'ai observé que le Phylloxera disparaissait complétement, tandis que les *Tyroglyphus* se sont augmentés d'une manière considérable. Les mêmes observations ont été faites par Selnader à Bordeaux et Oberlin à Bollweiler.

» Une autre observation que j'ai faite pourrait être encore plus intéressante. Au mois de janvier 1875, l'employé technique de mon Institut œnologique, M. le docteur Morlz, et moi, nous avons trouvé le Phylloxera sur des racines de deux ceps, l'un de l'espèce *Isabella*, l'autre de l'espèce *Chasselas fondant*. L'*Isabella*, qui était probablement la cause de l'infection, a été planté il y a vingt-deux ans dans l'école d'arboriculture de Carlsruhe; le foyer d'infection était intéressant par sa petite extension, qui n'a pu être expliquée à cette époque, car le Phylloxera s'était multiplié d'une manière considérable à Carlsruhe, dans des conditions beaucoup moins favorables, sur des racines allemandes encloses dans des cylindres de verre. Je dois ajouter que nous avons continué nos recherches à l'école d'arboriculture au mois de juin de la même année, pour voir si l'infection s'était bornée aux deux ceps infectés, qu'on avait détruits aussitôt que leur maladie avait été constatée. Le cep le plus proche de l'endroit où les deux ceps infectés se trouvaient avant leur destruction (appartenant à l'espèce *Chasselas fondant*) ne portait que cinq Phylloxeras vivants; les autres ceps de la collection étaient parfaitement sains : c'est seulement depuis quelques jours que j'ai trouvé l'explication de ce petit foyer d'infection.

» Je possède une grande collection de préparations microscopiques d'insectes trouvés sur des vignes envoyées à mon Institut pour être examinées, et cette collection contient également toutes les préparations microscopiques qui ont été faites à l'occasion des recherches sur des vignes phylloxérées. En faisant un catalogue général de cette collection, j'ai trouvé que les vignes examinées en 1875 portaient six Phylloxeras, onze *Hoplophora arctata* et quatre *Tyroglyphus Phylloxeræ*. Il est évident que les Phylloxeras ne pouvaient pas se multiplier sur les ceps, à cause de la présence de leurs ennemis naturels.

» On croit, en général, que les ennemis du Phylloxera ne se trouvent qu'en petite quantité sur les ceps; je dois constater que nous avons trouvé le *Hoplaphora arctata* et le *Tyroglyphus Phylloxeræ* en très-grande quantité sur des vignes allemandes; le *Pollyxenus lagurus*, en quantité très-considérable, sur les vignes du canton de Vaud, et le *Gamasus Blankenhornii*, en quantité considérable, sur des vignes provenant de semis américains du Taylor.

» Je crois donc que le peu d'extension des foyers du Phylloxera, en

Allemagne, ne peut être expliqué qu'en admettant que les ceps infectés ont été peuplés, *avant* l'infection du Phylloxera, par des ennemis naturels qui se sont opposés à sa multiplication [1]. »

M. **Ed. Martineau** adresse des échantillons de sulfure de carbone et de sulfocarbonate de potasse, fixés à l'état solide dans un mucilage extrait des algues marines.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

M. **J. Ruelle**, M. **G. Paris** adressent diverses Communications relatives au Phylloxera.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

M. **Aug. Poret** adresse une Lettre relative à sa précédente Communication, sur la résistance du plan de rotation d'un volant à la force vive de ce volant, et une Note sur un projet de *géoscope*.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. **J. Croce** adresse des échantillons de minerais propres à la fabrication des émaux.

(Commissaires : MM. Boussingault, Fremy.)

M. **A. Saurel** adresse une Note relative à un projet de sifflets d'alarme, destinés à prévenir les accidents de chemins de fer.

(Commissaires : MM. Phillips, Tresca.)

M. **H. Adams** adresse, par l'entremise du Ministère de l'Instruction publique, un Mémoire sur l'influence du charbon dans l'alimentation.

(Renvoi à l'examen de M. Boussingault.)

M. **Thiffenden**, M. **F. Knapf**, M. **Deslauriers**, M. **Anthony** adressent diverses Communications relatives au choléra.

(Renvoi à la Commission du legs Bréant.)

---

[1] Ayant conservé des racines du foyer d'infection de Carlsruhe, je les ai examinées encore une fois au microscope et j'y ai observé vingt exemplaires d'*Hoplophora arctata* et seulement un exemplaire du Phylloxera.

CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre de la Guerre** informe l'Académie que MM. *Faye* et *Chasles* sont désignés pour faire partie du Conseil de perfectionnement de l'École Polytechnique en 1878, au titre de membres de l'Académie des Sciences.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Un ouvrage de M. *Lunier*, intitulé : « Production et consommation des boissons alcooliques de France »;

2° Un Rapport de M. *Durand-Claye*, sur la question des eaux d'égout;

3° Un ouvrage de M. *J. Rambosson*, intitulé : « Les harmonies du son et les instruments de musique ».

M. le **Secrétaire perpétuel**, en présentant à l'Académie une brochure de M. *Melsens*, relative au paratonnerre établi sur l'hôtel de ville de Bruxelles en 1865 et intitulée : « Des paratonnerres à pointes, à conducteurs et à raccordements terrestres multiples », donne lecture du passage suivant de la Lettre d'envoi :

« J'ai cherché à motiver les points principaux, sur lesquels l'attention doit se porter : La protection m'a paru plus certaine, plus efficace, par l'emploi : 1° de conducteurs multiples à faible section; 2° de pointes multiples ou d'aigrettes déliées; 3° de raccordements multiples avec le réservoir commun.

» La partie faible du paratonnerre de Franklin, c'est-à-dire le raccordement avec le réservoir commun, a été particulièrement soignée; en effet, les conducteurs aériens sont rattachés à la terre : 1° par un puits dans lequel ils se terminent par une surface métallique très-considérable, toujours baignée d'eau; 2° ils sont fixés, au moyen d'une dérivation spéciale, à la canalisation du gaz, et 3° de même à la canalisation de la distribution de l'eau potable.

» Un appendice au travail signale les applications de ce système de paratonnerres aux cas particuliers qui se présentent : églises de villages, châteaux, fermes, etc., etc. »

(Renvoi à la Commission des Paratonnerres.)

MÉCANIQUE ANALYTIQUE. — *Sur les intégrales intermédiaires de l'équation à dérivées partielles générale exprimant que le problème des lignes géodésiques, considéré comme problème de Mécanique, admet une intégrale rationnelle par rapport aux composantes de la vitesse du mobile.* Note de M. **Maurice Lévy**.

« V. Appliquons d'abord la méthode exposée dans notre précédente Communication à la recherche de la condition pour que le problème des

lignes géodésiques admette une intégrale de la forme

$$(11)\qquad (q + Ap)^\alpha (q + A_1 p) = C,$$

où α est un nombre quelconque positif ou négatif. Les formules (7), (7 *bis*) et celle de définition (5) donnent, en désignant les dérivées de la fonction inconnue L par les notations habituelles,

$$U_1 = \alpha A + A_1 = \frac{-\frac{Y'}{Y} q - (1+\alpha) t}{s},$$

$$U_{-1} = \frac{\alpha}{A} + \frac{1}{A_1} = \frac{-\frac{X'}{X} p - (1+\alpha) r}{s}.$$

» La seconde (4) devient ici

$$A^\alpha A_1 = \frac{-X}{Y}.$$

» Si, entre ces trois équations, on élimine A et A_1, on aura l'équation cherchée à laquelle devra satisfaire L. On voit que, quelque soit α, cette équation sera toujours aux dérivées partielles du second ordre.

» Dans le cas où $\alpha = -1$, qui est celui étudié par M. Bonnet, on trouve facilement, en prenant X et Y pour variables, au lieu de x et y,

$$s = \frac{\sqrt{pq}}{x+y};$$

nous ne nous arrêterons pas à cette équation, étudiée par M. Bonnet.

» Le second cas, dont M. Bonnet s'est occupé, répond à $\alpha = -2$; l'équation correspondante est $4(\rho + \tau) - \rho^2\tau^2 + 6\rho\tau + 3 = 0$, en supposant, comme on en a le droit, $X = 1$, $Y = -1$.

» Pour $\alpha = 2$ on trouve précisément l'intégrale intermédiaire particulière de l'équation du troisième ordre de notre première Communication; pour $\alpha = 3$ on trouve l'intégrale intermédiaire de l'équation du quatrième ordre de notre avant-dernière Communication.

» Ainsi, la première de ces intégrales intermédiaires répond au cas où l'intégrale algébrique du troisième degré du problème de Mécanique admet une racine double; la seconde, au cas où l'intégrale algébrique du quatrième degré du problème de Mécanique admet une racine triple.

» Il est facile maintenant de généraliser ce fait et de montrer que l'équation à dérivées partielles en λ, exprimant que le problème des lignes géodé-

siques admet une intégrale algébrique et entière de degré quelconque n, comporte nécessairement autant d'intégrales intermédiaires particulières qu'un polynôme, de degré n, comporte de combinaisons de racines multiples.

» Soit, en effet, $\lambda_n = 0$ l'équation en λ exprimant qu'il existe une intégrale entière C. Si l'on demande, en outre, que cette intégrale comporte un certain nombre de racines multiples, cela suppose un certain nombre de relations entre les coefficients du polynôme C; et, comme ces coefficients s'expriment eux-mêmes en λ, cela exige que la fonction λ satisfasse non-seulement à l'équation de condition $\lambda_n = 0$, mais à un certain nombre d'autres équations de condition $\lambda'_n = 0$, $\lambda''_n = 0$ ....

» Il semblerait, d'après cela, que les cas où il existe des intégrales algébriques et entières admettant des racines multiples soient très-exceptionnels, puisqu'ils ne peuvent se présenter que si la fonction λ satisfait simultanément à plusieurs équations aux dérivées partielles.

» Mais, en recherchant directement de telles intégrales par la méthode exposée dans notre dernière Communication, on voit, au contraire, que leur existence ne suppose qu'une seule équation de condition en λ, soit, par exemple, $\lambda_i = 0$, laquelle est d'ordre inférieur à l'ordre de l'équation $\lambda_n = 0$; donc l'intégrale générale de $\lambda_i = 0$ est nécessairement *solution commune* à toutes les équations $\lambda_n = 0$, $\lambda'_n = 0$, ... ; elle est, en particulier, solution de la première de ces équations, dont elle constitue ainsi une intégrale intermédiaire, ce qu'il fallait démontrer.

» Ce fait n'est pas sans analogie avec celui qu'a signalé pour la première fois M. Bonnet dans la théorie des surfaces triplement orthogonales. En s'y prenant par la méthode de M. Serret, ou en partant, comme l'a démontré M. Darboux, des équations en H_i de Lamé, on trouve que, pour qu'une famille de surfaces puisse faire partie d'un système orthogonal, il faut qu'une certaine fonction satisfasse *simultanément à deux équations* aux dérivées partielles du sixième ordre; tandis que M. Bonnet a montré qu'il suffit que le paramètre de la famille de surfaces satisfasse à *une* équation unique du troisième ordre.

» Les raisonnements qui précèdent montreraient aussi bien que l'équation en λ, exprimant l'existence d'une intégrale fractionnaire, admet nécessairement autant d'intégrales intermédiaires particulières que le numérateur et le dénominateur de la fraction comportent de combinaisons de racines multiples.

» Bour, dans son Mémoire sur ce sujet, propose d'appeler *surface de la*

$n^{\text{ième}}$ *classe* celles pour lesquelles le problème des lignes géodésiques admet une intégrale entière de degré n.

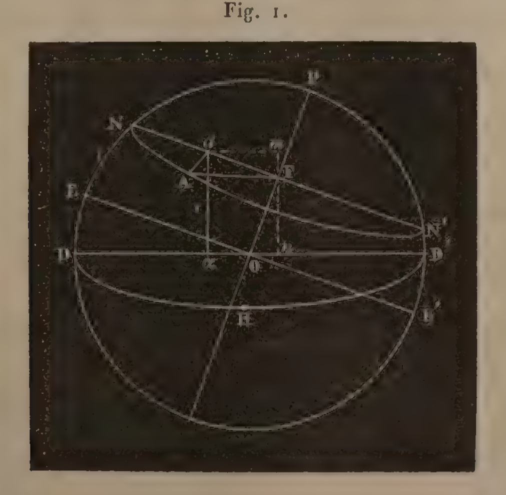
» On voit, par ce qui précède, que si l'on voulait adopter une classification tirée de cet ordre d'idées, il serait plus naturel de la baser non sur le degré de l'intégrale du problème des lignes géodésiques, mais sur le nombre des zéros *distincts* de cette intégrale, chaque zéro n'étant compté que pour 1, quel que soit son degré de multiplicité; et si l'on voulait étendre cette même classification aux surfaces pour lesquelles le problème des lignes géodésiques admet une intégrale fractionnaire, il faudrait se régler, non d'après la somme des nombres représentant les degrés du numérateur et du dénominateur de la fraction, mais d'après la somme formée par le nombre de ses zéros et celui de ses infinis, chaque zéro, ainsi que chaque infini, n'entrant qu'une fois en ligne de compte, quel que soit son degré de multiplicité. »

ASTRONOMIE. — *Calcul de la longitude ou de l'heure de Paris, à la mer, par les occultations d'étoiles.* Note de M. **Baills**.

« L'heure de l'occultation ayant été notée au compteur, il s'agit de déterminer l'heure de Paris correspondante. On déterminera soit directement, soit d'après les points observés de la veille et du lendemain, l'heure moyenne du lieu, H_m, et la latitude au moment de l'observation. L'angle horaire de l'étoile au même instant sera

$$P = H_{\text{sid.}} - Æ = (\text{H moy.})^{\text{sid.}} + \text{T. S. m. moy. du lieu} - Æ\,\star.$$

Fig. 1.



Soient (*fig.* 1) O le centre de la Terre, PND le méridien universel, DHD' le

plan horizontal de projection du tracé graphique, NAN′ le parallèle du lieu, NA l'angle horaire P. Les coordonnées du point A sont Aa perpendiculaire sur NN′ et $a\alpha$ perpendiculaire sur OD. Dans l'épure de prédiction, on les obtenait par rabattement, mais il est facile d'en avoir les valeurs numériques. Posons EN = L (latitude géocentrique), EOD = déclin. ★; ON = ρ, rayon de latitude, NF = r, rayon du parallèle; NFA = P (angle horaire déterminé). Nous aurons

(1) $$x = \mathrm{A}a = r\cos\mathrm{P} = \rho\sin\mathrm{L}\cos\mathrm{P},$$

(2) $$\left\{\begin{aligned} y &= a\alpha = \mathrm{F}n + \mathrm{F}m = \mathrm{FO}\cos\mathrm{FO}n + a\mathrm{F}\sin\mathrm{F}am \\ &= \rho\sin\mathrm{L}\cos\mathrm{D} + \rho\cos\mathrm{L}\cos\mathrm{P}\sin\mathrm{D}. \end{aligned}\right.$$

» Traçons (*fig.* 2) les deux axes de coordonnées passant par le point ε,

Fig. 2.



qui représente l'étoile, et prenons $\varepsilon a_1 = x$, $a_1\mathrm{A}_1 = y$. Pour l'heure de Paris erronée correspondant à l'heure du compteur, calculons la position L de la Lune.

» En posant $\mathrm{A}_1\mathrm{L} = \delta$ et $\frac{1}{2}$ diamètre vrai ☾ = d, on devrait avoir, si l'heure de Paris était exacte : $\delta = d$. Or $\delta = \sqrt{\overline{\mathrm{A}_1 l}^2 + \overline{\mathrm{L}l}^2}$; mais

$$\mathrm{L}l = \mathrm{L}\lambda - y = (\text{diff. décl. ☾ ★}) - y;$$

$$\mathrm{A}_1 l = x - \varepsilon\lambda = x - (\text{diff. Æ ☾ ★}) \times \cos\mathrm{D}\,★;$$

donc

$$\delta = \sqrt{(\text{diff. décl.} - y)^2 + (x - \text{diff. Æ}\cos\mathrm{D})^2}.$$

» Comme l'heure de Paris est fausse, δ ne sera pas égal à d, mais en différera d'une petite quantité. On calculera une deuxième distance δ' à une ou deux minutes d'intervalle de la première, de manière que d soit compris

entre δ et δ'. Une simple proportion fera dès lors connaître à quelle heure de Paris la distance des centres était exactement égale à d.

» On ne commettra jamais d'erreur sur le sens dans lequel on doit porter les quantités x, y, puisqu'on n'aura qu'à suivre pas à pas le tracé graphique. La valeur absolue de y admet, il est vrai, le double signe entre ses deux termes, mais il n'y aura jamais d'hésitation à cet égard; car la figure montre immédiatement que le signe $+$ doit être appliqué lorsque le point a est plus élevé que le point F, et le signe $-$ dans le cas contraire. Les sin et cos des angles L, D, P seront pris à la minute près seulement. Le rayon de la latitude, ρ, ou parallèle horizontale du lieu, est la seule quantité à déterminer exactement. On l'obtiendra à l'aide de la correction indiquée dans la *Connaissance des Temps* (p. 700). La latitude géocentrique se déduira de la latitude observée et de l'angle à la verticale. Si les *coordonnées apparentes* de l'étoile ne se trouvaient pas dans la *Connaissance des Temps,* on prendrait les coordonnées moyennes (*Éléments pour les occultations*) que l'on transformerait, comme il est dit (p. 364), en appliquant de préférence le procédé intitulé « *Autre méthode* ».

» L'heure exacte de Paris étant obtenue, il est prudent, comme vérification, de calculer directement, pour cet instant, le distance des centres. Les valeurs x, y sont invariables, puisque les cordonnées de l'étoile et son angle horaire calculé ne changent pas. On peut éviter le calcul de la deuxième distance δ', en opérant de la façon suivante: Désignons par α (*fig.* 3) l'angle que le rayon de la Lune, au point d'immersion, fait avec

Fig. 3.



la route relative de l'étoile. Cet angle est mesuré au degré près sur le tracé de prédiction.

» Soit AL $= \delta$ la première distance dont l'erreur est AB $= e$. On trouvera aisément

$$\mathrm{AI} = \frac{e}{\cos\alpha} - \frac{e^2}{\cos^2\alpha}\,\frac{\sin\alpha\,\operatorname{tang}\alpha}{d}.$$

Le temps que l'étoile met à franchir la distance AI se déduira du chemin parcouru en une heure sur le tracé graphique. On corrigera de cet intervalle l'heure de Paris supposée. L'heure plus approchée, ainsi déduite, sera vérifiée par un calcul direct de distance; il est donc toujours inutile de pousser jusqu'au second terme. Il est avantageux souvent de construire graphiquement sur une large échelle le triangle AIL, surtout quand l'angle α dépasse 45 degrés.

» Dans la pratique, les résultats de cette méthode ont toujours concordé exactement avec ceux des méthodes les plus précises, bien que le calcul soit notablement abrégé. On remarquera, de plus, que cette manière d'opérer n'exige pas le calcul du $\frac{1}{2}$ *diamètre apparent* de la Lune.

» On calculerait de la même manière les phases d'une éclipse de Soleil pour un lieu donné. Dans ce cas, la simplification apportée par l'emploi de l'angle α est particulièrement avantageuse. »

M. Lœwy, en présentant cette Note de M. Baills, ajoute les observations suivantes :

« L'opinion de M. Baills est qu'on ne profite pas suffisamment des ressources qu'offrent, pour la détermination des longitudes, les occultations des astres par le disque lunaire; il attribue la rareté des résultats obtenus aux difficultés provenant de l'exécution des calculs. Je partage complétement cette opinion; en effet, les calculs qui se basent sur une théorie complexe sont très-ardus, sujets à erreur, et il arrive souvent que les personnes qui ont fait ces observations ne parviennent pas à en tirer les conséquences. Ce sont ces considérations qui m'ont engagé moi-même à publier, dans la *Connaissance des Temps de* 1879, de nouveaux éléments destinés à faciliter ce genre de calculs et qui permettent de conclure la longitude cherchée avec toute la précision que comporte ce mode d'observation.

» M. Baills n'aspire pas, au point de vue de la précision, à la même rigueur; la méthode graphique qu'il a imaginée est surtout destinée aux applications en mer. La construction proposée est facile à saisir et peut être rapidement exécutée ; elle possède la précision nécessaire en pareille occurrence.

» J'ai la conviction que M. Baills a rendu un service très-important aux navigateurs; ils ne seront plus obligés de négliger le seul procédé qui leur reste quelquefois pour connaître avec certitude la position du navire, et qui, par suite, leur permet d'éviter les accidents les plus graves. »

MÉCANIQUE. — *Sur les conditions aux limites dans le problème des plaques élastiques.* Note de M. J. **Boussinesq**, présentée par M. de Saint-Venant.

« Dans un Mémoire publié en juillet, août et septembre de cette année au *Journal de Mathématiques,* M. Maurice Levy conteste (p. 231) la possibilité de fondre en une seule, comme je l'ai fait en 1871, les deux conditions de Poisson qui concernent les *efforts tranchants* et les *couples de torsion* appliqués au cylindre contournant d'une plaque mince ; il rejette cette fusion, au moyen de laquelle j'avais pu mettre d'accord l'analyse de Poisson, sans en rien supprimer, avec celle de M. Kirchhoff. Je me propose de montrer que la critique de M. Levy ne résiste pas à l'examen, et que les résultats de ses propres calculs viennent confirmer la théorie qu'il combat.

» Pour arriver à ses conditions aux limites, Poisson a divisé le cylindre contournant d'une plaque en bandes, par des génératrices infiniment voisines, et il a regardé comme indifférent le mode de répartition des pressions extérieures le long de la génératrice intermédiaire qui divise chaque bande en deux parties égales : seuls, le couple et la force totale (appliquée au contour du feuillet moyen de la plaque), qui équivalent statiquement à l'ensemble de ces actions, lui ont paru influer sur les déformations produites à une certaine distance du bord. On conçoit l'utilité de ce principe, accepté par M. Levy, pour rendre le problème accessible ; car il fournit un moyen de se débarrasser des anomalies ou perturbations locales compliquées, qui se présentent généralement près du contour des plaques, en permettant de choisir le mode de répartition des actions extérieures, le long de chaque génératrice, qui atténue le plus ces perturbations ou même, s'il est possible, qui les supprime tout à fait. Or ce principe se justifie au moyen d'un autre plus général (mis en évidence par M. de Saint-Venant), consistant en ce que *des forces extérieures qui se font équilibre sur un solide élastique, et dont les points d'application sont tous à l'intérieur d'une certaine sphère, ne produisent pas de déformations sensibles à des distances de cette sphère d'une certaine grandeur par rapport à son rayon.* Il répugnerait, en effet, que l'influence statique d'actions finies, confinées toutes dans une région déterminée, pût se faire sentir avec une notable intensité jusqu'à toute distance de cette région. Par suite et à cause de la superposition des petits effets, le mode effectif d'équilibre d'une plaque ne sera changé qu'infiniment peu si l'on applique à une petite portion de son contour un système

de forces comparables individuellement à celles que supporte déjà cette portion du contour, mais se faisant mutuellement équilibre. Les nouvelles déformations dues à ces forces n'auront de valeurs sensibles que dans le voisinage de la région d'application. Si l'on introduit pareillement, sur toutes les petites portions du contour, des systèmes de forces se faisant équilibre, les déformations totales qui en résulteront seront négligeables en comparaison des déformations antérieures dues à l'ensemble des forces que supportait déjà la plaque, abstraction faite toutefois d'une zone de peu de largeur, contiguë au contour. En d'autres termes, il est permis à l'analyste de remplacer les vraies forces appliquées dans le voisinage du cylindre contournant par d'autres statiquement équivalentes, distribuées à volonté *dans les mêmes régions très-petites en tous sens,* soit quand les nouveaux points d'application sont pris sur les mêmes normales aux bases de la plaque que les premiers (comme l'admet M. Levy), soit quand ils sont pris un peu à côté. Or c'est précisément un tel transport latéral, objet d'une prévention non justifiée de M. Levy, qui m'a permis d'imprimer une rotation de 90 degrés aux couples de torsion, et de les *fondre* dans les efforts tranchants, de manière à leur faire produire avec ceux-ci un seul mode de déformation général, qui est une *flexion.* Cette réduction de deux conditions à une n'est pas d'ailleurs indifférente, puisqu'elle seule rend possible, de l'avis même de M. Levy, une répartition des pressions extérieures qui fasse disparaître entièrement les perturbations, c'est-à-dire qui réalise les modes de déformation regardés comme les plus simples par tous les géomètres.

» Au contraire, M. Levy, se refusant à effectuer la réduction dont il s'agit, est obligé de superposer aux solutions classiques une intégrale d'une autre nature, représentative de ce que j'appelle des *perturbations,* et contenant une fonction des deux coordonnées non transversales x, y qu'on puisse charger de vérifier la condition aux limites surabondante. L'intégrale qu'il adopte ne correspond à aucun mouvement du feuillet moyen : les déplacements u, v, w y valent respectivement $\frac{d\zeta}{dy}\sin\frac{\pi z}{2\varepsilon}$, $-\frac{d\zeta}{dx}\sin\frac{\pi z}{2\varepsilon}$, 0, où 2ε désigne la petite épaisseur de la plaque et ζ une fonction de x, y à dérivées successives rapidement croissantes, régie par l'équation $\Delta_2\zeta = \frac{\pi^2\zeta}{4\varepsilon^2}$. Dans les cas utiles à considérer, l'état physique varie assez graduellement d'un point à l'autre pour que les courbes $\zeta =$ const. soient sensiblement droites et parallèles sur des étendues de dimensions bien supérieures à 2ε. Alors la dérivée seconde de ζ suivant une tangente à ces courbes est insignifiante devant la dérivée seconde de ζ le long d'une normale n, et $\Delta_2\zeta$

vaut, à fort peu près, $\frac{d^2\zeta}{dn^2}$. L'équation indéfinie en ζ, ainsi devenue $\frac{d^2\zeta}{dn^2} = \frac{\pi^2\zeta}{4\varepsilon^2}$, montre que ζ est la somme ou la différence de deux exponentielles, dont chacune, si elle est sensible sur la courbe $\zeta = \text{const.}$ d'où l'on est parti, tend très-rapidement vers zéro, d'un côté de cette courbe, et grandit, au contraire, de l'autre côté, au point que les déformations y dépassent bientôt toute limite d'élasticité admissible. C'est dire que les courbes $\zeta = \text{const.}$ sur lesquelles ζ est sensible diffèrent très-peu du contour même de la plaque, et que les deux exponentielles se réduisent à une seule, rapidement évanouissante dès qu'on va du contour vers l'intérieur. De plus, en observant que, sur le contour, des dérivées secondes prises une fois ou deux fois le long d'une tangente ds au contour sont insensibles à côté de $\frac{d^2\zeta}{dn^2}$, on trouve aisément, pour valeurs correspondantes de l'effort tranchant, du couple de torsion et du couple de flexion, $-2\mu\frac{d\zeta}{ds}$, $2\mu\frac{4\varepsilon^2}{\pi^2}\frac{d^2\zeta}{dn^2}$, o, ou $-2\mu\frac{d\zeta}{ds}$, $2\mu\zeta$, o. Cet effort tranchant et la dérivée en s du couple correspondant de torsion ont donc leur somme nulle, comme l'est le couple de flexion; en sorte que les solutions totales auxquelles arrive M. Levy satisfont d'elles-mêmes aux conditions Kirchhoff (lorsqu'on y supprime les termes en ζ négligeables, comme on a vu), et rentrent dans la théorie classique. On voit, en outre, que la fonction ζ, à une petite distance n du bord, vaut l'excès du couple vrai de torsion aux points voisins sur la valeur que lui attribue la solution Kirchhoff, divisé par le double du coefficient d'élasticité de glissement μ, et par le nombre dont le logarithme naturel est $\frac{\pi n}{2\varepsilon}$.

» En somme, l'ingénieuse analyse de M. Levy ajoute aux résultats connus l'expression des perturbations qui se produisent près du contour, quand les actions extérieures sont réparties sur chaque génératrice du cylindre contournant d'une certaine manière très-spéciale. On obtiendrait ces perturbations, pour des modes de distribution moins particuliers, en superposant une infinité d'intégrales analogues à celle de M. Levy, ou déduites de celle-ci par la substitution à π de ses multiples, et en mettant des cosinus au lieu de sinus pour les multiples pairs. Alors on pourrait disposer, sur chaque génératrice du cylindre contournant, d'une fonction arbitraire de z au lieu d'une simple constante, et laisser leur vraie valeur aux forces individuelles dont le couple de torsion est l'équivalent total; mais il y aurait encore loin de là aux trois fonctions arbitraires de z qu'il faudrait dans le cas général. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'équation de Lamé.* Extrait d'une Lettre de M. **Brioschi** à M. Hermite.

« En étudiant vos Mémoires et la Note de M. Fuchs, je suis arrivé à une transformation de l'équation différentielle de Lamé qui me semble digne de quelque intérêt, et que je m'empresse de vous communiquer, bien que mes occupations m'empêchent, pour le moment, d'aller plus au fond de cette recherche.

» L'équation différentielle de Lamé étant

$$\frac{d^2y}{du^2} = [h + n(n+1)k^2 \operatorname{sn}^2 u]y,$$

si l'on pose

$$\varphi(x) = 4x^3 - g_2 x - g_3 = 4(x - e_1)(x - e_2)(x - e_3)$$

et que l'on transforme l'équation même au moyen d'une des relations

$$x - e_1 = (e_2 - e_1)\operatorname{sn}^2 u, \quad x - e_2 = (e_1 - e_2)\operatorname{cn}^2 u, \quad x - e_3 = (e_1 - e_3)\operatorname{dn}^2 u,$$

en supposant $k^2 = \frac{e_1 - e_2}{e_1 - e_3}$, on obtient l'équation différentielle

$$y'' + py' + qy = 0, \tag{1}$$

dans laquelle

$$y' = \frac{dy}{dx}, \quad y'' = \frac{d^2y}{dx^2}, \quad p = \frac{1}{2}\frac{\varphi'(x)}{\varphi(x)}, \quad q = -\frac{mc + n(n+1)x}{\varphi(x)}$$

et

$$mc = h(e_3 - e_1) - n(n+1)e_1. \tag{2}$$

m est un coefficient numérique, c une constante. De la valeur de p on déduit que, en nommant y_1 une intégrale particulière de l'équation (1), une autre intégrale particulière y_2 sera donnée par l'équation

$$y_2 = y_1 \int \frac{dx}{y_1^2 \sqrt{\varphi(x)}}.$$

» Cela posé, soit

$$m = -(n^2 + n - 3) \quad \text{et} \quad n = 1.$$

En posant, dans l'équation (1), $y = \sqrt{x - c}$, on obtient

$$\frac{1}{4\varphi(x)} \frac{4c^3 - g_2 c - g_3}{(x - c)^{\frac{3}{2}}} = 0,$$

c'est-à-dire que $y_1 = \sqrt{x - c}$ est une intégrale particulière pour les valeurs de c, qui rendent $4c^3 - g_2 c - g_3 = 0$ ou pour $c = e_1, e_2, e_3$. On aura donc, dans ces trois cas, les intégrales

$$y_1 = \sqrt{x - e_1}, \quad y_2 = \sqrt{x - e_1} \int \frac{dx}{(x - e_1)\sqrt{\varphi(x)}},$$

$$y_1 = \sqrt{x - e_2}, \quad y_2 = \sqrt{x - e_2} \int \frac{dx}{(x - e_2)\sqrt{\varphi(x)}},$$

$$y_1 = \sqrt{x - e_3}, \quad y_2 = \sqrt{x - e_3} \int \frac{dx}{(x - e_3)\sqrt{\varphi(x)}},$$

et l'équation (2) donne, pour les valeurs correspondantes de h,

$$c = e_1, \quad h = -(1 + k^2); \quad c = e_2, \quad h = -1; \quad c = e_3, \quad h = -k^2,$$

ou les trois cas considérés par M. Fuchs.

» Soit $n = 2$; en posant, dans l'équation (1), $y = \frac{\sqrt{\varphi(x)}}{\sqrt{x - c}}$, on obtient

$$\frac{3}{4\sqrt{\varphi(x)}} \frac{4c^3 - g_2 c - g_3}{(x - c)^{\frac{5}{2}}} = 0;$$

on a, en conséquence,

$$y_1 = \sqrt{(x - e_2)(x - e_3)}, \quad y_1 = \sqrt{(x - e_2)(x - e_3)} \int \frac{dx}{(x - e_2)(x - e_3)\sqrt{\varphi(x)}}; \ \ldots,$$

et l'on a, pour

$$c = e_1, \ h = -(1 + k^2); \quad c = e_2, \ h = -(1 + 4k^2); \quad c = e_3, \ h = -(4 + k^2).$$

» Si l'on fait $z = y_1 y_2$, l'équation (1) donne l'équation différentielle du troisième ordre (¹)

$$z''' + 3pz'' + (p' + 2p^2 + 4q)z' + 2(q' + 2pq)z = 0$$

ou

$$z''' + \frac{3}{2} \frac{\varphi'(x)}{\varphi(x)} z'' - 4(n^2 + n - 3) \frac{x - c}{\varphi(x)} z' - \frac{2n(n + 1)}{\varphi(x)} z = 0.$$

» Pour $n = 1$, on voit tout de suite qu'on satisfait à cette équation en posant $z = x - c$; on aura donc

$$y_1 = \sqrt{x - c}\, e^{A\psi(x)}, \quad y_2 = \sqrt{x - c}\, e^{-A\psi(x)},$$

(¹) J'ai obtenu de mon côté et employé cette même équation, dont on verra le rôle dans la suite de mon travail. (C. H.)

si l'on écrit

$$\psi(x) = \int \frac{dx}{(x-c)\sqrt{\varphi(x)}},$$

et de l'équation (1) on déduit

$$A = \pm \tfrac{1}{2}\sqrt{\varphi(c)}.$$

C'est votre résultat.

» Je pourrais ajouter d'autres observations, surtout sur la forme remarquable de l'équation (1); mais le peu qui précède suffit pour montrer l'utilité de la transformation dont j'ai fait usage. »

OPTIQUE. — *Sur les appareils de projections, à la lumière polarisée.* Note de M. LAURENT, présentée par M. Jamin.

« Dans ces appareils, on n'a affaire qu'à deux sortes de lumières : 1° la *lumière parallèle;* 2° la *lumière convergente* (j'ai supprimé la lumière divergente. Dans ces deux cas, les rayons traversent l'objet à projeter, et les différents diaphragmes, puis la lentille de projection, qui donne sur l'écran une image agrandie et renversée de l'objet ou des diaphragmes. A la sortie de la lentille de projection, le faisceau cylindrique se transforme en faisceau convergent et donne, *au foyer principal* de cette lentille, une image du foyer luminenx. Cet endroit particulier est celui où l'on place les analyseurs.

» Si l'analyseur n'est pas très-épais, tourmaline ou prisme biréfringent, il suffit que son diamètre contienne l'image du foyer lumineux. En pratique, cette image est de 10 millimètres environ pour la lumière électrique et la lumière Drummond. Mais, si l'on emploie, comme analyseur, un prisme de Nicol, vu sa longueur par rapport à son diamètre, et considérant que le faisceau lumineux est formé de deux nappes coniques, il faut recourir à un diamètre plus grand ; j'ai adopté, dans mes instruments, le *Nicol de 22 millimètres de diamètre*. Cette condition optique est loin d'être remplie dans les appareils de projections en usage. On perd alors de la lumière, et cela est très-préjudiciable, surtout pour le cas de la lumière Drummond, qui est le plus usuel.

» Cette grandeur de l'analyseur est très-modérée et ne coûte pas cher, mais il n'en est pas de même du polariseur.

» La pile de glaces ne polarise qu'imparfaitement ; la glace noire absorbe beaucoup de lumière ; les prismes biréfringents ne peuvent s'employer que dans des cas particuliers, et perdent aussi de la lumière. Il ne reste que le Nicol ou le prisme de Foucault.

» Pour avoir un grand faisceau polarisé, il faut nécessairement employer de gros morceaux de spath; or, indépendamment du prix, qui est très-élevé, dans ce cas il n'est pas toujours possible de se procurer de très-grands morceaux de spath, tandis qu'on peut en avoir beaucoup plus facilement trois ou quatre morceaux, un tiers ou un quart plus petits.

» Cela m'a conduit, après des combinaisons et des essais divers, à faire des Nicols, en employant plusieurs morceaux de spath, deux, trois, quatre, par exemple. Sur chaque morceau, je taille deux faces bien parallèles entre elles et au clivage, je les colle avec un mastic dur, puis je travaille l'ensemble comme un morceau de spath unique, mais avec quelques précautions particulières. On peut faire de même pour le prisme de Foucault.

» Ces Nicols montrent, à l'œil, des lignes blanches de séparation, produites par des réflexions latérales; mais, lorsqu'on les place dans des tubes et en projection, on n'aperçoit pas du tout ces lignes. Ils fonctionnent très-bien comme polariseurs; il serait plus difficile de faire ainsi de bons analyseurs; mais, ainsi que je l'ai dit plus haut, on n'en n'éprouve pas autant le besoin. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action de l'oxychlorure de carbone sur le toluène, en présence de chlorure d'aluminium.* Note de MM. **É. Ador** et **J.-M. Crafts**, présentée par M. Wurtz.

« Dans une précédente Note, nous avons montré que par l'action de l'oxychlorure de carbone sur la benzine, en présence de chlorure d'aluminium, on obtient, d'abord du chlorure de benzoyle, puis comme produit final de la benzophénone :

$$COCl^2 + C^6H^6 = C^6H^5\text{-}COCl + HCl$$

et

$$C^6H^5COCl + C^6H^6 = C^6H^5\text{-}CO\text{-}C^6H^5 + HCl.$$

» La même réaction a lieu entre le toluène et l'oxychlorure de carbone, et l'hydrogène est enlevé, non pas au groupe méthyle, mais au radical C^6H^5, et l'on obtient comme produit final l'acétone :

$$CH^3\text{-}C^6H^4\text{-}CO\text{-}C^6H^4\text{-}CH^3,$$

et comme produit intermédiaire le chlorure d'un acide méthylbenzoïque; mais on trouve la même difficulté à isoler ce chlorure que dans le cas de la formation analogue du chlorure de benzoyle : l'expérience suivante le démontre.

» 200 grammes de toluène avec 130 grammes d'oxychlorure de carbone ont été traités par le chlorure d'aluminium, en opérant sur de petites portions, et en interrompant la réaction après 10 minutes, par l'addition d'eau, afin d'empêcher la transformation totale du chlorure acide. La dissolution aqueuse extraite par l'éther et le toluène traité par la soude donnèrent environ 5 décigrammes d'un acide dont il sera question plus loin.

» Ainsi, en sacrifiant une grande partie de l'oxychlorure de carbone pour interrompre la réaction avant son terme final, on réalise la synthèse

$$C^6H^5CH^3 + COCl^2 = CH^3\text{-}C^6H^4\text{-}COCl + HCl.$$

» Le produit principal est toujours, même dans les conditions qu'on vient de décrire, la ditolylkétone, et en épuisant l'action du chlorure d'aluminium on l'obtient abondamment.

» L'oxychlorure de carbone est absorbé en grande quantité par le toluène refroidi à — 15 degrés. Nous ajoutons ensuite le chlorure d'aluminium par petites portions, jusqu'à ce qu'il n'y ait plus de réaction, même en chauffant au bain-marie.

» Le produit traité par l'eau, puis distillé, passe en majeure partie vers 330 degrés. Les portions de 325 à 340 degrés sont dissoutes dans l'alcool et abandonnées à elles-mêmes; au bout de quelques jours, il se dépose de beaux cristaux appartenant au système rhombique. Le thermomètre marque 92 degrés pendant la cristallisation de l'acétone préalablement fondue.

» La température d'ébullition est 333°-333°,5 (sans correction, 200 degrés dans la vapeur). L'analyse s'accorde parfaitement avec la formule $C^{15}H^{14}O$.

» On connaît trois acétones de cette formule; l'une, préparée par Popoff, forme des cristaux fondant à 30 degrés et bouillant à 320-321 degrés. C'est la dibenzylkétone, $CO(CH^2C^6H^5)^2$, qui, par oxydation donne de l'acide carbonique et de l'acide benzoïque.

» La seconde est la diparatolylkétone $CO(C^6H^4CH^3)^2$, obtenue par Fuchs en distillant le sel de chaux de l'acide paratoluique. Cet auteur ne le décrit pas, mais indique seulement que, par oxydation avec l'acide nitrique, il a obtenu l'acide toluylbenzoïque $CH^3\text{-}C^6H^4\text{-}CO\text{-}C^6H^4\text{-}CO^2H$, sans pouvoir oxyder le second groupe méthyle.

» D'après son origine, le corps de Fuchs pourrait être identique avec une acétone obtenue par Weiler en oxydant le diméthylphénylméthane, par Fischer en oxydant le diméthylphényléthane, et par Hepp en oxy-

dant le ditolyléthylène. Ce corps cristallise en formes rhombiques, fond à 95 degrés (sans correction), et par oxydation donne d'abord un acide toluylbenzoïque fondant à 222 degrés, puis un acide benzophénone-dicarboné $CO(C^6H^4CO^2H)^2$. Il est réduit par l'amalgame de sodium en un composé $C^{15}H^{16}O$, fusible à 69 degrés.

» Notre acétone, oxydée par l'acide chromique en dissolution dans l'acide acétique, donne aussi deux acides ayant des propriétés semblables à ceux des trois auteurs cités. On les sépare par la solubilité moindre du sel de potasse du premier acide. Cet acide est précipité de ses sels par un acide sous la forme de flocons gélatineux. L'acide fond à 228 degrés et se sublime sans décomposition. Le sel d'argent $C^{15}H^{11}O^3Ag$ a été analysé.

» Le second acide s'obtient sous forme gélatineuse, en précipitant par un acide le sel de potasse, il fond et se sublime au-dessus de 300 degrés.

» Le sel d'argent $C^{15}H^8O^5Ag^2$ a donné à l'analyse 43,8 pour 100 au lieu de 44,62 pour 100 d'argent; il n'était donc pas tout à fait exempt de l'acide monocarbonique. Enfin notre acétone, dissoute dans l'alcool et traitée par l'amalgame de sodium, nous a donné le corps $C^{15}H^{16}O$ sous forme d'aiguilles très-solubles dans l'alcool et fusibles à 61 degrés et 61°,5.

» Malgré les petites différences observées dans le point de fusion de ces différents corps, nous croyons que notre acétone est la diméthylbenzophénone de Weiler, Fischer et Hepp, et qu'ayant une plus grande quantité de matière à notre disposition nos substances étaient plus pures. En effet, les rendements sont excellents, et il y a fort peu de produits accessoires.

» Cependant, après la cristallisation de l'acétone de la solution alcoolique refroidie même à — 15 degrés, il reste encore en dissolution une huile qui, distillée à plusieurs reprises et purifiée autant que possible de l'acétone cristallisable par des cristallisations répétées, bout à 314 et 317 degrés (sans correction). Nous pensions avoir entre les mains un isomère liquide, mais à l'analyse nous avons obtenu des chiffres un peu plus bas, 1 pour 100 de carbone au moins, et à l'oxydation il s'est formé les mêmes acides que par l'oxydation de l'acétone cristalline; par conséquent, il est probable que ce n'était pas un isomère, mais seulement notre acétone empêchée de cristalliser par une petite quantité d'une substance étrangère. Dans tous les cas, les corps $C^6H^5\text{-}CH^2\text{-}CO\text{-}CH^2\text{-}C^6H^5$ et $C^6H^5\text{-}CH^2\text{-}CO\text{-}C^6H^4CH^3$ ne se sont pas formés, parce que ces substances devraient fournir à l'oxydation le premier de l'acide benzoïque et α toluique, et le second pourrait donner les acides benzoïque, toluique et phtalique, et nous n'avons pas trouvé trace de ces acides.

» Il restait à déterminer la place de l'hydrogène qui est enlevé au radical phényle et remplacé par COCl dans la première phase de la réaction; or les caractères physiques de l'acide obtenu dans la première expérience décrite ci-dessus prouvent que c'est l'acide paratoluique; il fond à 177 et 178 degrés, il est peu soluble dans l'eau même à l'ébullition; il cristallise en aiguilles, se sublime sans décomposition en aiguilles; le sel de chaux cristallise en aiguilles ressemblant au benzoate de chaux, et le sel d'argent, peu soluble à chaud et cristallisant en forme de feuilles, nous a donné à l'analyse Ag = 44,15 pour 100, au lieu de 44,44 pour 100.

» D'ailleurs, on obtient le même acide en quantité presque théorique, lorsqu'on chauffe à ébullition pendant quelques heures la ditolylkétone avec de la potasse caustique fondue suivant la réaction donnée par Staedel pour la benzophénone. On obtient l'acide pur après une seule cristallisation dans l'eau et l'acide paratoluylique est le seul qui se forme. Le sel d'argent a donné 44,59 pour 100 Ag. Notre corps est donc la paratolylkétone. »

CHIMIE. — *Remarques sur l'action d'acides anhydres stables sur des bases anhydres stables: Explosion du composé*. Note de MM. **E. Solvay** et **R. Lucion**, présentée par M. Wurtz.

« La Communication que M. Béchamp a faite à l'Académie au sujet des combinaisons entre les acides et les bases anhydres nous engage à dire quelques mots d'expériences entreprises sur le même sujet, mais avec un but très-différent, dont nous n'avons pas à parler pour le moment.

» Il s'agit de la combinaison de l'acide phosphorique anhydre (P^2O^5) avec l'oxyde de sodium (Na^2O). Ces deux corps peuvent exister ensemble intimement mélangés en poudre fine sans réagir à la température ordinaire; mais une élévation de température de moins de 100 degrés suffit pour déterminer la combinaison instantanée avec une violence remarquable.

» Après plusieurs essais préliminaires, nous avions disposé l'expérience comme il suit : dans un ballon en cuivre d'environ un litre de capacité, on introduit 125 grammes d'un mélange des deux corps en proportion convenable pour former du phosphate de soude; toutefois on a employé un léger excès d'oxyde de sodium dans le but de fixer, à l'état d'hydrate, le peu d'humidité qui aurait pu être absorbée pendant la manipulation, très-rapide, du reste, et faite avec les précautions nécessaires. Le vide (à 1 centimètre) est ensuite fait dans le ballon. Celui-ci est fermé par un gros bouchon de

caoutchouc légèrement graissé et traversé par un tube de verre que l'on ferme après à la lampe. Ce ballon a été chauffé alors sur un bec de gaz : en moins d'une minute une forte explosion s'est produite, le ballon brisé a volé à nos pieds, et une épaisse vapeur a rempli le laboratoire. Chose remarquable, le bouchon de caoutchouc, qu'un faible effort suffisait à enlever quand le vide n'était pas fait, est resté en place dans le col intact du ballon. Ce fait ne peut s'expliquer que par une réaction complétement instantanée, produisant une température suffisante pour vaporiser le phosphate ou ses composés encore imparfaitement associés. Nous trouvons en effet, par analogie, d'après les données que nous possédons sur la chaleur dégagée par l'action de l'acide sulfurique anhydre sur les bases, que la température peut s'élever à environ 3750 degrés.

» Une telle rapidité exclut aussi l'hypothèse de l'action d'une petite quantité d'eau accidentelle, que l'on a indiquée comme pouvant provoquer successivement la combinaison de la masse en faisant la navette entre les composants et le produit formé, et d'ailleurs l'oxyde de sodium était en excès suffisant pour fixer cette eau.

» On pourrait enfin croire à la présence du phosphore libre, ou d'acide phosphoreux, mais ils ne pouvaient, semble-t-il, exister qu'en quantité trop minime pour justifier pareille violence d'explosion; en outre, la vapeur produite ne rappelait en rien l'odeur de ces corps : elle était plutôt nitrée et ressemblait fort à l'odeur des gaz de la poudre. Si, au lieu d'oxyde de sodium, on emploie la chaux, la chaleur détermine encore une réaction très-vive, mais il faut une température plus élevée pour la provoquer, environ 250 degrés.

» A l'acide phosphorique on peut substituer l'acide sulfurique anhydre. Il n'y a pas non plus d'action à froid; mais, si l'on chauffe, la combinaison a lieu, et assez brusquement pour ne pas donner lieu à des vapeurs d'acide sulfurique anhydre, si volatil cependant.

» Dans toutes ces expériences, une goutte d'eau projetée sur le mélange fait également partir la réaction.

» L'acide silicique précipité se combine enfin, à froid, à l'oxyde de sodium dans cette dernière condition.

» Quant à la signification théorique de ces expériences, il ne semble pas, au second auteur de cette Note, qu'on puisse en tirer une confirmation pour la théorie dualistique et encore moins un argument contre la théorie unitaire admise généralement à l'étranger et par nombre de savants en France. Il n'y a rien, en effet, dans cette théorie qui l'empêche d'ad-

mettre qu'un anhydride se combine directement à un oxyde pour former un sel. Quand elle définit le sel, elle dit bien que celui-ci est ordinairement formé par un acide dont l'hydrogène a été remplacé par un métal; mais c'est là une simple définition, commode pour mettre des analogies en évidence, mais qui n'exclut nullement un autre mode de préparation des sels.

» De ce que deux éléments en présence produisent une combinaison donnée, on n'a aucunement le droit d'inférer que ces éléments continuent à y exister avec leur constitution primitive. La théorie unitaire ne voit dans le phosphate de sodium que du phosphore, de l'oxygène et du sodium groupés d'une façon qui satisfait les affinités. Il n'y a plus là un acide et une base, mais un tout homogène qui peut prendre naissance en partant d'éléments divers. Par exemple : $Na^3 + H^3PO^4$; $3Na^2O + P^2O^5$; $6NaHO + P^2O^5$; $3Na^2O + (H^3PO^4)^2$; $6NaHO + 2H^3PO^4$; $Na^3P + O^4$, et probablement $Na^3 + P + O^4$ en vapeur, sans parler des doubles décompositions; telles sont les réactions qui peuvent donner naissance à du phosphate de sodium identique à lui-même dans tous les cas, qu'il se soit produit par substitution, par action directe, avec ou sans élimination d'eau.

» Pourquoi choisir une de ces réactions et dire qu'elle est l'image de la constitution intime du corps? Dira-t-on encore que le sulfate de plomb est formé de bioxyde de plomb et d'anhydride sulfureux, parce qu'on peut l'obtenir par l'addition directe de ces deux corps?

» Quant à l'illustre Lavoisier, dont on a invoqué le nom, qui peut affirmer que, si cet esprit éminemment philosophique avait connu les beaux travaux des Gay-Lussac, des Dumas, des Laurent, des Gerhardt, des Wurtz, des Williamson, des Kekulé, il ne serait pas devenu le défenseur écouté des idées nouvelles! »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Sur la sensibilité du péricarde à l'état normal et à l'état pathologique.* Note de MM. **Bochefontaine** et **Bourceret** [1], présentée par M. Vulpian.

« On regarde généralement, et avec raison, la péricardite comme une affection non douloureuse; un grand nombre, en effet, d'inflammations du péricarde ne déterminent chez le malade aucun phénomène spontané de

(1) Travail du laboratoire de M. Vulpian.

douleur. La pression même, exercée soit sur la région précordiale, soit sur le creux épigastrique en refoulant le diaphragme, ne provoque non plus ordinairement aucun phénomène douloureux. Cette dernière pression occasionne cependant assez souvent, sinon une sensation douloureuse vraie, au moins une sensation assez pénible. L'absence de douleur dans la péricardite a été signalée par Laennec, par Corvisart, mais surtout par M. Bouillaud, et admise par la plupart des médecins. Le célèbre médecin de la Charité a bien montré que l'on s'exposerait à méconnaître la plupart des péricardites si l'on cherchait la douleur comme principal élément de diagnostic. Mais, d'autre part, il n'est pas douteux qu'un certain nombre de péricardites s'accompagnent de douleurs plus ou moins vives, parfois même atroces.

» Ces faits avaient attiré toute l'attention de M. Bouillaud, qui a essayé d'expliquer l'inconstance de la douleur et qui présume que, dans les cas d'inflammations douloureuses du péricarde (membrane que, d'après ses travaux, il regarde, avec la plupart des auteurs, comme insensible), il y a toujours complication de pleurésie ou irritation des nerfs voisins, nerfs phréniques, nerfs intercostaux.

» Cependant il est certain, au point de vue clinique, que la douleur que l'on observe dans la péricardite n'a pas toujours les caractères des douleurs pleurétiques, ou des douleurs qui tiennent à une irritation du nerf phrénique. La douleur est souvent rétro-sternale et provoque une sensation particulière, angoissante, qui n'a pas les caractères de la douleur pleurétique même la plus vive.

» Nous nous sommes ainsi trouvés conduits à rechercher de nouveau si le péricarde *enflammé* est ou n'est pas sensible. Nous étions autorisés à tenter cette investigation par les expériences de Flourens, qui ont montré que les tissus, peu sensibles ou même à peu près insensibles à l'état normal, comme les tendons par exemple, deviennent très-sensibles lorsqu'on les a préalablement enflammés.

» Pour ces recherches, nous avons eu recours à l'étude des modifications soit de la tension sanguine intra-artérielle, soit de l'orifice pupillaire dans les cas d'excitation des nerfs sensibles.

» On sait, en effet, que l'excitation des nerfs sensibles d'une partie quelconque du corps détermine l'augmentation de la pression sanguine intra-artérielle. Ce fait peut être utilisé lorsque l'on veut s'assurer si telles ou telles parties du corps sont sensibles, et l'on constate alors un rapport assez exact entre le degré de l'élévation de pression obtenue et le degré de

la sensibilité des parties que l'on étudie. Nous avons donc appliqué ce procédé à la recherche de la sensibilité du péricarde chez le chien, en ayant soin de curariser d'abord l'animal en expérience et de le soumettre à la respiration artificielle. La curarisation préalable est nécessaire; car, pour irriter le péricarde, il est nécessaire d'ouvrir largement la cage thoracique et de mettre, par conséquent, les poumons à découvert. Or, dans de telles conditions, la respiration normale est impossible, et l'animal mourrait asphyxié si l'on ne suppléait à cette respiration normale par une insufflation pulmonaire méthodique.

» Dans une première expérience nous avons opéré sur un animal chez lequel, à l'aide d'une fine canule, on avait, cinq jours auparavant, injecté dans le sac péricardique quelques gouttes d'une solution de nitrate d'argent cristallisé. Le thorax étant ouvert sur la ligne médiane, le long de la crête sternale, on a pu constater que le péricarde était rempli de sérosité sanguinolente et que de nombreuses adhérences existaient entre le cœur et cette membrane.

» L'hémodynamomètre à mercure étant mis en communication avec une artère carotide, on a enregistré le pouls et la pression sanguine. Celle-ci mesurait, en moyenne, $14^c,5$ et le pouls battait 23 fois au quart de minute. On a alors irrité légèrement, en la pinçant entre les mors d'une pince à dissection, la membrane péricardique, au niveau de la partie moyenne du ventricule gauche (inférieure du chien, antérieure de l'homme). La pression moyenne a augmenté et atteint $16^c,1$. Pendant le quart de minute qui a suivi l'excitation, il y a eu d'abord une accélération du pouls, puis un ralentissement très-considérable, et enfin une nouvelle accélération. La moyenne du pouls pendant ce quart de minute a été de 22.

» La même expérience, répétée à plusieurs reprises, nous a donné des résultats identiques.

» Le péricarde enflammé expérimentalement, chez le chien, est donc sensible aux excitations mécaniques.

» Afin de rechercher si l'enveloppe cardiaque est également sensible lorsqu'elle est dans son état normal, nous avons fait la même expérience sur un animal de la même espèce, placé dans les mêmes conditions expérimentales, mais sur lequel on n'avait produit aucune lésion du péricarde. Les résultats que nous avons obtenus ont été les mêmes que ceux que nous avons observés chez l'animal dont le péricarde avait été préalablement enflammé.

» Il nous a paru que l'excitation par grattage de la face externe du péricarde sain donnait lieu à une élévation de pression plus considérable, de près d'un centimètre, que l'excitation de la face interne de cette membrane.

» De plus, dans cette seconde expérience, nous avons constaté que, sous l'influence de l'irritation du péricarde sain, les orifices pupillaires se sont dilatés, phénomène qui se produit, comme on le sait, quand on excite une partie sensible quelconque du corps.

» Nous avons évité, dans ces diverses expériences, de faire porter les excitations sur les nerfs phréniques. Puis, afin de comparer les effets de l'excitation du péricarde seul avec ceux de l'excitation du nerf phrénique, nous avons pincé ce nerf. Nous avons ainsi constaté que l'élévation de la pression sanguine déterminée par le pincement du nerf phrénique est plus considérable que celle qui résulte de la même irritation de la membrane péricardique.

Conclusions. — 1° Le péricarde sain est sensible ; cette sensibilité peut être mise en jeu par des excitations mécaniques (pincement entre les mors d'une pince) ; la face externe de cette membrane paraît plus sensible que la face interne.

» 2° Le péricarde enflammé expérimentalement (inflammation épithéliale et parenchymateuse) présente une vive sensibilité au moins à la face externe et dans son épaisseur.

» Nous pouvons ainsi comprendre comment la péricardite rhumatismale, qui reste superficielle et n'affecte que très-peu le tissu sous-épithélial, ne donne lieu d'habitude à aucune douleur vive ; et comment, au contraire, les inflammations franchement parenchymateuses (certaines péricardites purulentes aiguës ou néo-membraneuses) peuvent, sans irritation nécessaire des organes voisins, donner lieu à une douleur intense. »

CHIMIE APPLIQUÉE. — *Maturation et maladies du fromage du Cantal.* Note de M. E. **Duclaux**, présentée par M. Pasteur.

« M. le Ministre de l'Agriculture et du Commerce ayant bien voulu me confier la mission d'aller étudier sur place les procédés de l'industrie fromagère du Cantal et les améliorations qu'on pourrait y apporter, j'ai commencé sur ce sujet des expériences qui seront de longue durée, mais dont je crois devoir communiquer à l'Académie les premiers résultats.

» J'ai cru, tout d'abord, devoir rechercher quelles sont, au point de vue chimique, les différences qui séparent le fromage frais du fromage fait. Contrairement aux solutions, opposées du reste, qu'on a déjà données à cette question controversée, je me suis convaincu que, pour le fromage du Cantal au moins, la matière grasse ne joue qu'un rôle extrêmement res-

treint dans la maturation. Ses proportions varient très-peu. La seule modification qu'elle subisse est une saponification plus ou moins avancée, qui, dans le fromage du Cantal, n'atteint jamais 10 pour 100 de la matière grasse, mais qui peut en atteindre 50 pour 100 dans les fromages mûris sous l'action des mucédinées. Cette saponification change un peu le goût de la matière grasse, mais très-peu ses proportions, à cause de la prédominance notable de l'acide gras soluble dans l'éther sur la glycérine insoluble.

» Le fait principal de la maturation des fromages du Cantal, et sans doute de beaucoup d'autres, est la transformation graduelle de la caséine insoluble dans l'eau en albumine soluble dans ce liquide, ou plutôt en albumines solubles; car il y a deux substances de cette famille. L'une, coagulable à chaud, est analogue à l'albumine de l'œuf; l'autre se distingue de toutes les variétés d'albumine connues jusqu'ici par sa solubilité dans l'eau chaude et les acides étendus. Elle les rappelle, au contraire, en ce qu'elle précipite, comme elles, par le tannin, le sous-acétate de plomb, le sulfate de cuivre, l'acide chromique, l'alcool, les solutions acides de cyanure jaune et de sublimé corrosif. Son pouvoir rotatoire est à gauche, et d'environ — 33°. Son caractère de matière albuminoïde ne peut donc être méconnu.

» Ce sont ces deux albumines qui, remplaçant peu à peu la caséine et se dissolvant à moitié dans l'eau de constitution du fromage, contribuent à lui donner sa demi-transparence, sa mollesse, sa propriété de fondre dans la bouche comme un morceau de beurre, grâce au liquide qui vient l'humecter et à la chaleur qu'il y rencontre.

» Je n'examine pas pour le moment d'où provient la saveur du fromage fait, je n'examine pas davantage sous quelles influences s'accomplit la transformation de la caséine en albumine: je me contente de remarquer qu'elle exige le concours du temps, et que le fromage du Cantal, que son mode de fabrication rend d'une conservation difficile, est très-souvent avarié avant d'être mûr.

» Il est, en effet, fabriqué à froid, à une température qui laisse dans le caillé une proportion notable de sucre de lait. Le moyen pratique de se débarrasser de ce sucre est d'abandonner la masse caséeuse à une fermentation dont les germes sont surtout apportés par la macération de caillette de veau qui sert de présure. Sous leur influence se produit une fermentation quelquefois alcoolique, le plus souvent lactique, et qui, dans ce dernier cas, a une grande tendance à devenir aussi butyrique. Le pressage de la pâte, fait en temps opportun, élimine une notable quantité d'acide lactique, mais il en laisse toujours, et, comme il y a aussi des vibrions butyriques,

rien ne les empêche d'entrer en action, si le fromage leur offre, en outre, les conditions d'humidité nécessaires à leur développement.

» Tel est, malheureusement, le cas pour le fromage du Cantal dont la richesse en eau, lorsqu'il est bien fait, est toujours voisine de 45 pour 100, et cela, grâce à une transformation moléculaire remarquable que subit le caillé pendant que dure la transformation préliminaire. Récemment préparé, ce caillé est friable, cassant, sec à la main, et peut être amené par l'action de la presse à ne contenir que 15 ou 20 pour 100 d'eau. Après la fermentation, il est devenu plastiqué, mou, et laisse écouler de l'eau lorsqu'on le presse entre les doigts. Mais on ne peut plus lui enlever autant qu'autrefois et il en retient obstinément une proportion comprise entre 44 et 45 pour 100. Une pression plus énergique en fait suinter de la matière grasse.

» La fabrication régulière laisse donc dans le fromage du Cantal une proportion d'eau à peu près constante et suffisante, l'expérience le démontre, pour permettre le développement des ferments. Les matières fermentescibles ne manquent pas. Il y a l'acide lactique, il y a l'albumine provenant du procès même de la maturation. On s'explique donc facilement l'existence des maladies dont le fromage du Cantal devient si facilement le siége, et qui sont la principale entrave du commerce de cette denrée. »

ZOOLOGIE. — *Observations sur les affinités zoologiques du genre* Phodilus. Note de M. **Alph. Milne-Edwards**. (Extrait.)

« Le groupe des Rapaces nocturnes est sans contredit le plus naturel de la classe des Oiseaux et tous ses représentants offrent entre eux tant de ressemblance que leur classification présente des difficultés très-sérieuses. Les caractères extérieurs, d'ailleurs peu apparents, varient beaucoup chez des espèces appartenant évidemment à la même famille ou quelquefois au même genre, et ce ne sont pour les zoologistes que des guides souvent trompeurs. Si, au lieu de se borner à l'examen du plumage, des disques périophthalmiques, des aigrettes, du revêtement des pattes, etc., les ornithologistes avaient porté leur attention sur les modifications que présente le squelette, ils auraient reconnu que dans la plupart des cas les particularités ostéologiques peuvent être d'un puissant secours pour le groupement des espèces en genres et des genres en familles.

» L'étude que j'ai faite du squelette d'une espèce, connue depuis long-

temps sous le nom de *Phodilus badius*, montre à quelles erreurs peut conduire un examen superficiel, même lorsqu'il est fait par des naturalistes exercés.

» Le *Phodilus badius* a été placé par tous les auteurs dans la famille des Strigidés, à côté des Effraies, auxquelles il ressemble par l'absence d'aigrettes frontales, par la longueur du bec, par le revêtement duveteux des tarses, par la nature et la répartition des couleurs. Lesson, Temminck, G.-R. Gray, Blyth, Horsfield, More, le prince Ch. Bonaparte, Jerdon et enfin M. Bowdler Sharpe admettent ce rapprochement. Cependant les caractères de la charpente osseuse prouvent clairement que non-seulement le Phodile diffère beaucoup des Effraies, mais qu'il ne doit pas être placé dans la même famille, et qu'au contraire il doit se ranger dans la section des *Bubonidæ*, à côté des *Syrnium* et des *Nyctale*.

» La tête osseuse du Phodile appartient effectivement à un type ornithologique tout à fait différent de celui des Strix : la portion cranienne est caractérisée par sa forme élargie et renflée; il n'y a pas au-dessus des yeux de bosses occipitales. Les orbites sont très-grandes et leur paroi postérieure est formée par une lame osseuse qui déborde de beaucoup en dehors la lame post-auditive. Le sternum est court, large, peu bombé, et pourvu d'un bréchet remarquable par son peu de saillie; le bord inférieur de cette carène, loin d'être courbe comme d'ordinaire, est presque droit et son angle antérieur est épaissi et obtus. Le bord postérieur, au lieu d'être à peine échancré, comme chez les Effraies, est très-découpé; on y voit deux paires d'échancrures, les internes étroites et peu creusées, les externes plus larges et très-profondes et rappelant par leur disposition celles des *Syrnium* et des *Ninox*. Les bords latéraux ne portent que cinq facettes costales, tandis qu'il en existe quatre seulement dans le genre *Strix*, parce que chez ce dernier la seconde paire de côtes reste flottante, au lieu de s'articuler avec le sternum.

» Les clavicules ne sont pas soudées en un os furculaire, elles constituent des stylets grêles suspendus à l'épaule et rattachés au sternum par un ligament. Quelques Rapaces nocturnes présentent une semblable disposition : tels sont la Syrnie boréale, le Nyctale de Richardson et certaines espèces du petit genre Ninox ; au contraire, chez les Effraies, la fourchette est complète et s'appuie largement sur l'extrémité de la carène sternale.

» Les os de l'aile du Phodile sont comparativement plus courts que dans ces oiseaux, surtout dans leur portion terminale correspondant à la main. Le bassin, par sa forme trapue, rappelle celui des Chevêches, des Ciccaba

et des Nyctales. Les pattes sont courtes et remarquablement robustes. Le tibia ressemble à celui des Syrnies par l'élargissement de sa portion inférieure, par le développement de la crête péronière et par la longueur du péroné qui se prolonge jusqu'au-dessus du condyle externe, tandis que chez les Effraies cet os est beaucoup plus court. L'os du pied ou tarso-métatarsien est petit, très-élargi et aplati d'avant et d'arrière; il se distingue donc, au premier coup d'œil, de celui des Strix, qui est relativement grêle et allongé; il présente une grande ressemblance avec celui du *Syrnium torquatum* et du *S. melanotis* dont Kaup a formé le petit genre *Pulsatrix*. Ces caractères, dont chacun pris en particulier a une valeur considérable, concourent tous à changer la place que le genre *Phodilus* occupait dans nos catalogues ornithologiques, et que c'est dans la famille des Syrnies et non dans celle des Strix qu'il doit prendre place. »

MINÉRALOGIE. — *De la mesure des angles dièdres des cristaux microscopiques.* Note de M. Em. Bertrand, présentée par M. Des Cloizeaux.

« Le goniomètre de Wollaston, plus ou moins perfectionné, est le seul appareil employé jusqu'à présent pour la mesure exacte des angles dièdres des cristaux, et l'on peut déjà, avec cet instrument, mesurer de très-petits cristaux; mais il y a cependant une limite au delà de laquelle cet appareil devient insuffisant, et un cristal qui n'aurait par exemple que $\frac{1}{30}$ de millimètre de côté ne pourrait être mesuré au moyen du goniomètre. Une méthode qui permettrait de mesurer les angles dièdres des cristaux microscopiques présenterait donc un certain intérêt, car les cristaux sont généralement d'autant plus nets qu'ils sont plus petits.

» Pour arriver à ce résultat, j'ai cherché à me servir du microscope, mais la difficulté qui se présente immédiatement est l'orientation du cristal à mesurer. Au moyen du procédé que j'indique, cette orientation devient inutile, et l'on peut, comme je vais l'expliquer, arriver par un procédé détourné à calculer l'angle de deux faces d'un cristal sans avoir besoin de l'orienter.

» Considérons un cube et un cristal placé d'un façon quelconque sur une des faces de ce cube; supposons une des faces du cristal prolongée jusqu'à sa rencontre avec la face du cube sur laquelle il est placé : la trace de cette face du cristal sur la face du cube fera avec deux des arêtes du cube deux angles plans complémentaires. Si je suppose cette face du cristal prolongée au delà de la face du cube sur laquelle le cristal est placé, j'ob-

tiendrai sur deux autres faces du cube deux traces faisant respectivement, avec deux arêtes du cube, des angles plans complémentaires, et la direction de la face du cristal sera déterminée par rapport aux arêtes du cube si je connais les trois angles plans que les trois traces de la face du cristal font avec trois des arêtes du cube. Deux angles plans sont même suffisants, car le troisième peut se calculer en fonction des deux premiers par la formule simple

$$\tang a = \cot b \cot c,$$

a, b, c étant les angles plans que les trois traces de la face du cristal font avec trois arêtes du cube aboutissant à un même sommet.

» Une seconde face du cristal sera également déterminée, quant à sa direction, par les trois angles α, β, γ, ces trois angles correspondant aux angles a, b, c de la première face du cristal, ainsi qu'il a été dit plus haut.

» Il en résultera que si l'on connaît les trois angles a, b, c ou deux seulement de ces angles, et les trois angles α, β, γ ou deux seulement de ces angles, on pourra calculer l'angle dièdre des deux faces du cristal par les formules

$$\cos x = \frac{\cos y \sin(z - \varphi)}{\sin \varphi}, \quad \cot \varphi = \tang y \cos(b + \beta),$$
$$\tang y = \frac{\tang a}{\cos b}, \quad \tang z = \frac{\tang \alpha}{\cos \beta}.$$

Si x est mal déterminé par son cosinus, on peut le calculer par les formules

$$\sin \tfrac{1}{2} x = \frac{\cos \frac{1}{2}(y + z)}{\cos \omega}, \quad \tang \omega = \frac{\sin \frac{1}{2}(b + \beta)}{\cos \frac{1}{2}(y + z)} \sqrt{\sin y \sin z}.$$

Il ne reste plus qu'à indiquer un moyen pratique pour la mesure des angles a, b, c, α, β, γ.

» Le procédé que j'emploie est le suivant :

» Je place dans l'oculaire d'un microscope un cylindre en flint-glass dont l'indice de réfraction est supérieur à l'indice du baume du Canada. Ce cylindre, dont les deux bases sont bien parallèles, est divisé en deux moitiés par un plan perpendiculaire aux bases, les deux faces rectangulaires sont polies et collées au baume du Canada, de façon à reconstituer le cylindre. Ce cylindre est placé dans l'oculaire de telle façon que sa base supérieure soit au foyer de la lentille supérieure de l'oculaire ; les deux bases étant perpendiculaires à l'axe optique du microscope et le plan médian du cylindre passant par l'axe optique et par le zéro de la division de la platine tournante.

» Dans de telles conditions, si le microscope reçoit de la lumière dans une direction parallèle au plan médian du cylindre, on verra un champ éclairé, traversé par une ligne formant réticule; mais, si le microscope reçoit de la lumière obliquement au plan médian du cylindre, on verra le réticule se dédoubler, et, si l'on incline l'œil à droite ou à gauche, on verra le réticule bordé d'un côté par une bande noire plus ou moins large et de l'autre côté par une bande éclairée, ce phénomène étant produit par la réflexion totale que les rayons lumineux éprouvent en traversant le cylindre obliquement et en rencontrant la lame de baume dont l'indice de réfraction est inférieur à celui du flint employé.

» Par conséquent, si la face réfléchissante du cristal a sa trace perpendiculaire à la ligne zéro du microscope, on verra un réticule également éclairé à droite et à gauche ; mais, si l'on fait tourner le cristal avec la platine du microscope, le réticule va immédiatement être bordé d'un côté par une bande noire et de l'autre par une bande éclairée. En plaçant le cube sur la platine du microscope, successivement sur ses différentes faces, il est donc facile de mesurer les angles que les traces des faces du cristal font avec les arêtes du cube, et l'on voit que, si petit que soit un cristal, le phénomène décrit plus haut se produira, pourvu que le cristal puisse réfléchir la lumière sur une étendue assez grande pour éclairer le centre du réticule. Il suffit que la face du cristal apparaisse, vue au microscope, avec une dimension d'environ 2 millimètres. Or un cristal de $\frac{1}{30}$ de millimètre pourra se mesurer avec un grossissement de soixante diamètres seulement; un cristal de $\frac{1}{100}$ de millimètre demanderait un grossissement de deux cents fois.

» Pour permettre de placer successivement chaque face du cristal dans l'axe du microscope sans changer les directions relatives des faces du cristal, des arêtes du cube et des divisions de la platine, il est nécessaire d'adapter sur la platine tournante une platine mobile, au moyen de deux vis micrométiques suivant deux directions rectangulaires; il est bon également, pour obtenir plus de précision, d'avoir une vis micrométrique pour le mouvement de rotation.

» Pour apprécier le degré de précision que donne cette méthode, j'ai mesuré des cristaux de moins de $\frac{1}{30}$ de millimètre, tels que des clivages de spath, de blende, des cristaux microscopiques de quartz, etc. ; l'erreur n'a jamais dépassé 1 degré.

» Cette erreur est grande, mais ces premiers essais ont été faits avec un oculaire encore imparfait, et je ne me suis pas astreint aux conditions d'éclairage qui seraient nécessaires pour obtenir le meilleur résultat pos-

sible. Je suis convaincu qu'avec quelques légères modifications on peut atteindre une grande exactitude.

» J'ai en vue un autre système d'oculaire, fondé également sur la réflexion totale, qui doit être encore plus sensible que le système que je viens de décrire; mais, ne l'ayant pas encore expérimenté, je m'abstiendrai d'en parler. Les perfectionnements que j'ai en vue pourront, s'il y a lieu, faire l'objet d'une nouvelle communication. »

BOTANIQUE. — *Sur la signification des diverses parties de l'ovule végétal et sur l'origine de celles de la graine* (conclusion.). Note de M. **H. Baillon.**

« Le nucelle représente seul l'ovule dans certains cas. Il est constitué ou par une cellule unique, ce qui est très-rare, ou, un peu plus fréquemment, par un petit nombre de cellules, ou, plus ordinairement, par une masse parenchymateuse multicellulée.

» Quand l'ovule est formé d'une seule cellule, celle-ci remplit un double rôle : elle produit l'embryon et son réservoir alimentaire, l'albumen.

» Quand il y a plusieurs cellules au nucelle, l'une d'elles ou quelques-unes d'entre elles deviennent sacs embryonaires, avec ou sans albumen, et les autres se bornent au rôle de cellules albuminigènes.

» L'albumen est donc toujours une production nucellaire, avec des variations dans la situation et la destination des cellules qui le contiennent.

» Dans un nucelle, toute cellule intérieure semble apte à devenir sac embryonnaire. Mais l'existence de sacs embryonnaires multiples est plus fréquente qu'on ne pense. Toute cellule nucellaire peut-être albuminigène ; mais celles de la périphérie du nucelle ont une tendance à l'atrophie.

» Quelques ovules, comme ceux de l'Acanthe, etc., ont été depuis longtemps considérés comme dépourvus de téguments. Adulte, le nucelle présente à son sommet organique une légère dépression, point d'accès de l'agent fécondateur. C'est une fossette à bords plus ou moins proéminents, comme dans le nucelle des Conifères, de la plupart des Ombellifères, des Rubiacées, d'un grand nombre d'autres Monopétales, etc.

» Si cependant le bourrelet marginal de ces nucelles se trouve séparé de la surface de l'aréole par un léger sillon circulaire, on le décrit comme une très-courte secondine, ou bien l'on a donné à tort le reste de celle-ci comme « soudé avec la base du nucelle ». Ce ne sont là que des nuances.

» Il y a çà et là, parmi les Ombellifères, Rubiacées, etc., des espèces où le bourrelet se produit plus ou moins loin du sommet du nucelle et qu'on

regarderait comme munies d'un court tégument ovulaire. De là on passe, par tous les degrés intermédiaires et souvent dans un même groupe naturel, à des ovules dont le nucelle est enveloppé d'un sac complet.

» Ce rebord, ce bourrelet, cet anneau court, cette cupule partielle et ce sac complet sont de même nature. Ce sont des expansions circulaires et consécutives du nucelle déformé, et non un organe différent de lui. C'est le même parenchyme, qui n'a pas de système libéro-vasculaire qui lui soit propre ; et si, par exception, il acquiert plus tard des vaisseaux, ceux-ci viennent d'ailleurs et ne lui appartiennent pas en réalité. Ces faits suffisent déjà à différencier la secondine d'un ovule de l'enveloppe qui lui est assimilée dans l'ovaire des prétendues gymnospermes.

» La primine débute souvent, comme la secondine, par un bourrelet circulaire et parfois ne se développe pas au delà. Souvent elle se vascularise ; mais son système libéro-vasculaire ne se comporte pas comme celui d'une feuille auquel on l'a assimilé.

» Rien ne prouve que cette enveloppe, plus ou moins prononcée, soit de nature foliaire, ni par son origine, ni par son tissu. L'ovule ne peut être assimilé ni à une feuille, ni à une branche, ni à un bourgeon. Il n'est pas formé d'un axe et d'appendices, comme l'analogie l'a fait supposer. Tout ce que M. Trécul a, dans une longue suite de travaux, si bien dit de la non-identité de la fleur et du gynécée avec les branches et les feuilles, doit, à plus forte raison, s'appliquer au système ovulaire qui est un système propre *sui generis*, de nature parenchymateuse et où l'état vasculaire (là où il se rencontre) ne semble qu'accessoire et non essentiel. La portion indispensable de l'ovule, le nucelle, n'est qu'un parenchyme adapté pour servir de support au véritable organe femelle, le sac embryonnaire, qui seul représente l'ovule dans certains végétaux phanérogames inférieurs (à cet égard).

» Si ces principes étaient acceptés, rien ne deviendrait plus simple (malgré la diversité des cas de détail) que l'intelligence des parties extérieures de la semence et de leur origine. De combien de façons diverses un parenchyme, d'abord homogène, ne se différencie-t-il pas, suivant ses couches, dans un grand nombre d'organes végétaux et notamment dans ceux de la fructification chez les Cryptogames !

» Quand un ovule a double enveloppe, les téguments séminaux peuvent être fournis par toutes les deux, simples ou dédoublés, et présentent tous les degrés possibles de consistance, d'épaisseur, etc.

» Les variations de détail sont telles et ont au fond si peu d'importance,

que dans trois genres voisins, appartenant à un même groupe naturel, on peut voir la primine, par exemple, ou sa couche superficielle, devenir : dure dans le premier, mince dans le second, épaisse et charnue dans le troisième. Dans deux genres, si peu différents l'un de l'autre qu'ils ont pu être rapportés à une même tribu d'une même famille, on pourra voir les enveloppes séminales vraiment dignes de ce nom provenir, dans l'un de la primine, dans l'autre toutes de la secondine.

» Lors du durcissement d'une portion des téguments, notamment de la secondine, le point par lequel les vaisseaux du raphé ou du hile se rendent à la chalaze est souvent protégé contre l'envahissement des matières incrustantes. Il existe à ce niveau, dans l'enveloppe testacée, comme un second micropyle, toujours antipode du premier et qu'en raison de ses usages on peut nommer *Trophopyle*.

» A ne considérer que les apparences de l'état final, la paroi testacée qui est creusée de ce canal sépare dans certaines semences deux systèmes vasculaires : l'un extérieur à elle, et l'autre intérieur, beaucoup moins fréquent, issu de la plaque chalazique, et qui a été attribué soit à la secondine, soit même au nucelle. Cette portion intérieure n'est cependant qu'une extension d'un seul et même système et se produit tardivement. La logique de certaines théories a conduit à tort quelques auteurs à considérer la présence de ces vaisseaux dans la secondine comme une preuve de sa nature foliaire.

» Il y a d'ailleurs deux cas, plus fréquents qu'on ne pense, où l'étude des téguments séminaux ne saurait rendre compte de la nervation et de la signification des enveloppes ovulaires.

» Le premier est celui des ovules qui n'ont pas d'enveloppe ou n'en ont qu'un rudiment au voisinage du micropyle. Il se rapporte à un tiers peut-être des Phanérogames, à la plupart des Monopétales et à certaines Dialypétales. Là où il n'y a jamais eu d'enveloppe ovulaire, c'est-à-dire sur la presque totalité de la jeune graine, on voit une ou quelques couches de parenchyme se différencier et constituer des téguments. Ceux-ci ne sauraient être le résultat de la transformation d'enveloppes ovulaires qui n'existent pas à ce niveau.

» L'autre cas, plus fréquent aussi qu'on ne croit, est celui où les enveloppes, quoique bien développées dans l'ovule (en leur absence le résultat serait le même), s'arrêtent dans leur évolution, et où le sac embryonnaire, sortant plus ou moins du nucelle, développe loin de celui-ci, dans sa portion spéciale, un embryon et un albumen. Autour d'eux, ses parois modifiées constituent des téguments séminaux auxquels ne saurait concourir une enveloppe ovulaire qui n'a jamais existé à ce niveau. »

MM. P. Monnet et Fr. Reverdin demandent l'ouverture d'un pli cacheté, déposé par eux le 30 novembre 1874, concernant la préparation des chlorures alcooliques et leur application à la production des matières colorantes.

Ce pli, ouvert en séance par M. le Secrétaire perpétuel, contient une Note dont les principales indications sont les suivantes :

« La matière colorante verte, connue dans le commerce sous le nom de *vert de méthylaniline*, se préparait jusqu'à présent en faisant agir le nitrate de méthyle sur une solution alcoolique et alcaline de violet de méthylaniline. Les dangers que présentent la préparation et l'emploi industriel du nitrate de méthyle nous ont conduits à chercher un autre procédé de fabrication. Celui auquel nous nous sommes arrêtés, et que nous appliquons depuis le mois de mars 1874, consiste à faire agir le chlorure de méthyle sur le violet de méthylaniline en solution alcoolique et alcaline.

» Nous produisons le chlorure de méthyle en chauffant à 100 degrés, pendant plusieurs heures, dans un autoclave fermé, un mélange composé d'une molécule d'alcool méthylique et d'une molécule d'acide chlorhydrique (acide chlorhydrique du commerce à 23° B.)

$$CH^3OH + HCl = H^2O + CH^3Cl.$$

» La pression monte jusqu'à 30-35 atmosphères.

» ..... Le produit de la réaction, distillé avec un alcali, est filtré pour séparer la base du violet; le liquide clair contenant la base du vert est ensuite traité par un acide et un sel de zinc, pour former le sel double correspondant de vert et de zinc, puis la matière colorante est précipitée au moyen du sel marin.

» ..... En remplaçant le violet de méthylaniline par la rosaniline, nous obtenons la matière colorante connue sous le nom de *violet Hofmann*, et qu'on préparait jusqu'à présent en faisant agir l'iodure de méthyle sur le chlorhydrate de rosaniline. Ce que nous avons dit au sujet de la préparation du chlorure de méthyle peut également s'appliquer à la préparation des autres chlorures à radicaux alcooliques, en modifiant les conditions de pression et de température.

» Le chlorure d'éthyle agit de même que le chlorure de méthyle sur le violet de méthylaniline et sur le chlorhydrate de rosaniline et se prépare dans les mêmes conditions. On obtient un rendement de 60 pour 100 de la quantité théorique de chlorure d'éthyle.

» En résumé, nous entendons nous assurer la priorité sur la préparation des chlorures alcooliques, telle que nous l'avons indiquée, et sur leur application à la fabrication du vert de méthylaniline et du violet Hofmann. »

A 4 heures trois quarts l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures trois quarts. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 26 novembre 1877.

École des Ponts et Chaussées. Notes prises au cours des chemins de fer, 1876-1877. 1 vol. in-4° avec atlas.

Notes prises au cours de navigation intérieure, 1876-1877. *Appendice au cours de navigation intérieure. Distribution des eaux.* Atlas, 1876-1877; 3 vol. in-4°.

Résumé des Conférences sur la télégraphie électrique; par M. Amiot. 1874; 1 vol. in-4°.

Résumé des Conférences sur la Photographie; par M. A. Davanne. 1874; in-4°.

Cours des travaux maritimes; par M. Voisin-Bey; Ire partie, Chapitre Ier : *Mouvements de la mer,* 1873-1874; Chapitre VIII : *Éclairage et balisage des côtes,* 1873-1874; 2 vol. in-4°.

Cours préparatoires. Notes prises par les élèves au Cours d'Analyse professé par M. E. Collignon. 1875-1876; in-4°.

Cours préparatoires. Notes prises par les élèves au Cours de Mécanique professé par M. E. Collignon. 1875-1876; in-4°.

Cours préparatoires. Notes prises par les élèves du Cours de Géométrie descriptive et de Stéréotomie. 1875-1876; in-4°.

Introduction au Cours de construction. Étude et rédaction des projets. 1873-1874; in-4°.

Cours de construction des routes; 2e Partie : *Construction et entretien;* in-4°.

Cours de Chimie appliquée aux matériaux de construction, aux eaux naturelles, aux terres et aux produits agricoles; 1re et 2e Parties, 1875-1876; 2 vol. in-4°.

Admission des élèves externes aux Cours de l'École. Décret, Arrêtés et Programme. Paris, Impr. nationale, 1875; in-4°.

Notice sur l'École des Ponts et Chaussées. Paris, Impr. nationale, 1878; in-8°.

Admission aux Cours préparatoires. Arrêté, Programmes. Paris, Impr. nationale, 1875; in-8°.

Programmes de l'enseignement intérieur de l'École des Ponts et Chaussées. Paris, Impr. nationale, 1875; in-4°.

(Tous ces ouvrages sont adressés par M. le Directeur de l'École des Ponts et Chaussées.)

Abus des boissons alcooliques; par A. LAURENT. Bruxelles, typogr. Vanderauwera, 1877; br. in-18.

Note sur un monstre humain femelle à trois membres pelviens; par le Dr E.-F. MAURICE. Saint-Étienne, impr. Pichon, 1877; br. in-8°.

La végétation du globe; par A. GRISEBACH, ouvrage traduit de l'allemand par P. DE TCHIHATCHEF; t. II, 2e et dernier fascicule. Paris, J.-B. Baillière, 1878; in-8°.

La pression barométrique. Recherches de Physiologie expérimentale; par Paul BERT. Paris, G. Masson, 1878; in-8°.

Mémoires de la Société des Sciences, de l'Agriculture et des Arts de Lille; 4e série, t. III. Paris, Didron; Lille, Quarré, 1877; in-8°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 3 DÉCEMBRE 1877.

Direction générale de Douanes. Tableau général des mouvements du cabotage, pendant l'année 1876. Paris, Impr. nationale, 1877; in-4°.

Bulletins et Mémoires de la Société médicale des hôpitaux de Paris; t. XIII, 2e série, année 1876. Paris, P. Asselin, 1877; in-8° relié.

G. DE SAPORTA. *Sur le climat des environs de Paris à l'époque du diluvium gris, à propos de la découverte du laurier dans les tufs quaternaires de la Celle.* Clermont-Ferrand, impr. Mont-Louis, sans date; br. in-8°.

Sur la flore carbonifère du département de la Loire et du centre de la France; par M. C. Grand'Eury; par le comte G. DE SAPORTA. Meulan, impr. Masson, 1877; in-8°. (Extrait du *Bulletin de la Société géologique.*)

Rapport sur les travaux du Conseil central d'Hygiène publique et de salubrité de la ville de Nantes et du département de la Loire-Inférieure, etc., pendant l'année 1876. Nantes, impr. Mellinet, 1877; br. in-8°.

Mémoires de la Société philomathique de Verdun (Meuse); t. VIII, n° 2. Verdun, impr. Laurent, 1877; in-8°.

Considérations tendant à faire admettre l'existence d'un essaim d'astéroïdes circulant autour de Mars; par F. MAYEUL-LAMY. Autun, impr. Dejussieu, 1877; br. in-8° (2 exemplaires).

Jeu populaire géographique. Le magister. Paris, A. Latry, sans date; cartes en une boîte.

Hygiène alimentaire. Étude sur le cidre; par A. LAILLER. Paris, J.-B. Baillière, 1877; in-8°.

Dynamique analytique; par M. E. MATHIEU. Paris, Gauthier-Villars, 1878; in-4°.

Traité élémentaire de la pile électrique; par A. NIAUDET. Paris, J. Baudry, 1878; in-8°.

Le vin dans la Sologne; par le Dr E. BURDEL. Paris, G. Masson, 1877; br. in-8°.

Notes sur la maladie de la vigne; par VIGNIAL. Bordeaux, impr. A. Bellier, 1877; br. in-18. (Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

Note sur les Placodium à thalle jaune (Amphiloma, *Krb*), *observés en Normandie; par* A. MALBRANCHE. Rouen, impr. L. Deshays, sans lieu, ni date; br. in-8°.

Ornithologie d'Angola; par J.-V. BARBOZA DU BOCAGE; 1re Partie. Lisbonne, Impr. nationale, 1877; in-8°.

Proceedings of the Cambridge philosophical Society; vol. III, Part I et II. Cambridge, 1876; 2 br. in-8°.

The proceedings of the Linnean Society of new South-Wales; vol. II, Part the first. Sydney, 1877; in-8°.

The pharmaceutical Journal and Transactions; august, september 1877. London, Churchill, 1877; 2 br. in-8°.

The nautical Almanac and astronomical Ephemeris for the year 1881. London, John Murray, 1877; in-8°.

Transactions of the Cambridge philosophical Society; vol. XI, Part III; vol. XII, Part I et II. Cambridge, 1877; 3 vol. in-4°.

Evoluzione, Scienza e Naturalismo; per S. TOMMASI e G.-B. ERCOLANI. Napoli, A. Morano, 1877; in-12.

Statistick van den Handel en de Scheepvaart, van het Koningrijk der nederlanden over het jaar, 1876; eerste Gedeelte. 'SGravenhage, 1877; in-4°.

Ensaye sobre los depositos metaliferos de Chile. Memoria por Don J. DOMEYKO. Santiago, Impr. nacional, 1876; in-8°.